

**Руководство по эксплуатации  
контроллера и панели оператора  
шкафа автоматики котельной  
(двух- или одноступенчатых горелок котлов)  
(вер. 1.5)**

Тюмень 2009

## **Содержание**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Общее описание контроллера. ....</b>  | <b>3</b>  |
| Описание структуры контроллера и алгоритмов управления.....  | 4         |
| Модуль управления контуром ГВС.....  | 4         |
| Модуль управления контуром отопления.....  | 4         |
| Формирование сигналов управления КЗР.....  | 6         |
| Модуль управления каскадированием двух котлов.....   | 8         |
| Принцип работы.....  | 8         |
| Одноступенчатые горелки котлов.....  | 9         |
| Время задержки включения/выключения горелок.....   | 11        |
| Двухступенчатые горелки котлов .....   | 12        |
| Чередование ролей котлов. ....   | 13        |
| <b>Общее описание панели оператора .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>Описание экранов панели оператора котельной. Настройка и управление режимами работы котельной. ....</b> | <b>15</b> |
| Экран общей информации о текущих параметрах котельной.....   | 16        |
| Экраны общей информации котлов. ....   | 16        |
| Экранные меню функционального модуля контуров отопления.....   | 20        |
| Экранные меню функционального модуля контура ГВС.....  | 24        |
| Экранные меню мониторинга работы датчиков. ....  | 25        |
| Настройка часов реального времени.....   | 27        |
| Ручное управление исполнительными механизмами контуров отопления .....                                     | 28        |
| Аварийные сообщения .....  | 29        |
| Диспетчер аварийных состояний котельной.....   | 30        |
| <b>Рекомендации по настройке ПИД регуляторов.....</b>  | <b>33</b> |
| <b>Реквизиты предприятия.....</b>  | <b>35</b> |

## **Общее описание контроллера.**

Контроллер предназначен для автоматического управления общекотельным оборудованием и поддержания необходимой теплопроизводительности котельной путем каскадного управления котлами.

Основными компонентами контроллера котельной является следующее оборудование:

- Программируемый контроллер ОВЕН ПЛК-154 - 1 шт.;
- модуль дискретных и аналоговых входов/выходов ОВЕН МДВВ(МВА) – по количеству вх/выходов схемы автоматизации котельной;
- Операторская панель ОВЕН ИП-320 - 1 шт.

В тексте данного документа приняты следующие сокращения:

1. Программируемый контроллер ОВЕН ПЛК-154, в дальнейшем по тексту – контроллер;
2. Модуль дискретных входов/выходов ОВЕН МДВВ, в дальнейшем по тексту - модуль в/в;
3. Операторская панель ОВЕН ИП-320, в дальнейшем по тексту - панель.

### **Перечень функций, реализованных в контроллере котельной (ПО версии 1.5):**

1. Визуализация всех измеряемых, вычисляемых и настраиваемых параметров контроллера на панели оператора.
2. Настройка всех необходимых для работы контроллера параметров через интерфейс панели оператора.
3. Сохранение изменений настройки режимов работы котельной в энергонезависимой памяти контроллера (автоматическое возобновление работы котельной при восстановлении электропитания котельной).
4. Часы реального времени, текущей даты и календарь праздничных дней (энергонезависимые часы и календарь).
5. Измерение, вычисление и отображение среднесуточного значения температуры окружающего воздуха за заданное количество суток.
6. Вычисление требуемой температуры подачи для контура отопления на основе заданного температурного графика.
7. Коррекция температур контура отопления для поддержания день/ночь, рабочий/выходной/праздничный.
8. ПИД - регулирование температуры подачи контуров отопления посредством трехходовых КЗР.
9. Автоматическое начало и окончание отопительного сезона по заданным датам, и при выполнении условий среднесуточной температуры наружного воздуха.
10. Вычисление требуемой температуры котлового контура на основе требуемых температур потребителей - контура отопления и ГВС.
11. Каскадное включение и отключение котлов для поддержания требуемой температуры котлового контура. Энергонезависимые счетчики времени наработки котлов (в часах).
12. Автоматическое управление насосами рециркуляции котлов, режим разогрев котлов.
13. Возможность ручного блокирования работы любого из котлов или вторых ступеней горелок.
14. Защитное отключение котлов и насосов по предельным температурам, давлениям и аварийным сигналам.
15. Чередование ролей основного и дополнительного котла через заданное время, индикация времени оставшегося до смены ролей котлов (в часах).
16. Контроль давления прямых и обратных трубопроводов потребителей, а также наличия потока теплоносителя на стороне нагнетания циркуляционных насосов, автоматическая подпитка контуров.
17. Автоматический ввод резерва (АВР) всех насосов котельной.
18. Фиксация времени, даты и количества аварийных состояний котельной.

**19. Диспетчер аварийных состояний** – меню контроллера позволяющее определить перечень включаемого и отключаемого оборудования, при возникновении той или иной аварийной ситуации в котельной.

**20. Фиксация времени и даты последнего отключения электропитания контроллера.**

**21. Передача через GSM-модем информации об аварийных состояниях и параметрах котельной.**

## **Описание структуры контроллера и алгоритмов управления.**

В данном разделе перечислены основные функциональные (программные) модули и алгоритм работы, с привязкой к параметрам конфигурации (установкам), задаваемой с панели. Полное описание параметров конфигурации приведено в следующем разделе.

Условно в контроллере можно выделить следующие функциональные модули:

- Контур ГВС
- Контур отопления 1
- Контур отопления 2
- Каскадирование 2- котлов

Ниже будет описана работа функциональных модулей. Модули отопления контуров 1 и 2 совершенно идентичны, каждый из них имеет соответствующие привязки к датчикам и исполнительным механизмам контуров.

### **Модуль управления контуром ГВС.**

В данном варианте программного обеспечения реализовано регулирование температуры горячей воды посредством управления циркуляционным насосом во внутреннем контуре теплообменников ГВС. Контроллер выдает разрешающий сигнал «пуск насоса» на основе состояния релейного выхода термостата. В конфигурационном параметре «Температура ГВС» задается установка термостата, на основе этого значения, а также текущих установок контуров отопления вычисляется необходимая температура коллектора.

*Примечание.* В качестве термостата может быть использован прибор KP78 с диапазоном настройки 30-90 гр. С и дифференциалом 5-15 гр. С производства фирмы "Danfoss" или аналогичный.

### **Модуль управления контуром отопления**

Входными сигналами для данного модуля служат: температура наружного воздуха (Тн), температура воды в подающем трубопроводе контура отопления (То).

По результатам обработки входных сигналов на основе конфигурационных параметров модуль формирует сигналы управления запорно-регулирующим клапаном (КЗР), который служит для поддержания заданной температуры в контуре отопления. Регулирование температуры осуществляется по необходимой температуре Тнеобх., вычисляемой в зависимости от текущего режима работы. Модуль может работать в следующих режимах:

- Регулирование по температуре наружного воздуха – «Погодный». Тнеобх. вычисляется, исходя из текущей температуры наружного воздуха, по графику температурной кривой  $To = f(Tn)$ . Параметры графика задаются в меню настроек контура отопления. Переход на данный режим происходит автоматически при условии начала отопительного сезона.

- Регулирование по заданной температуре – «Фиксированный» (фиксированная температура). В этом режиме за значение Тнеобх. берется значение заданное в параметре «Тфикс.дневная» меню настроек контура отопления.

- Режим «Летний». В этом режиме КЗР замыкает контур отопления на себя, Тнеобх. принимается равной +10 гр. С, циркуляционный насос включается с заданной периодичностью на заданное время. В целях уменьшения механического износа клапана его работа прекращается при температуре коллектора ниже 25 гр. С. Переход на данный режим работы происходит автоматически по условиям окончания отопительного сезона, задаваемых в меню настроек контура отопления.

Приоритетным является календарный план отопления. Если календарное условие отопительного сезона выполняется, то произойдет автоматическая смена режима «Летний» => «Погодный».

ный») или «Погодный» => «Летний») при выполнении условий заданных в параметре «Тнаруж.возд.» в настройках «начало» («окончание») сезона.

Пример 1. Во время отопительного сезона среднесуточная температура наружного воздуха выше значения установленного в параметре «Тнаруж.возд.» меню «окончание сезона» - котельная продолжит свою работу в режиме «Летний» и при снижении температуры вновь перейдет в режим «Погодный».

Пример 2. После окончания отопительного сезона среднесуточная температура наружного воздуха ниже значения установленного в параметре «Тнаруж.возд.» окончания сезона – котельная продолжит свою работу.

Пример 3. Не в отопительный сезон среднесуточная температура наружного воздуха стала ниже значения установленного в параметре «Тнаруж.возд.» начало сезона – котельная продолжит находиться в режиме «Летний» - включение котельной не произойдет

Пример 4. В момент начала отопительного сезона температура наружного воздуха выше значения установленного в параметре «Тнаруж.возд.» начало сезона - котельная продолжит находиться в режиме «Летний» - включение котельной не произойдет, но при среднесуточной температуре наружного воздуха ниже значения установленного в параметре «Тнаруж.возд.» начало сезона произойдет включение котельной.

- Ручной. Не производится никаких автоматических действий с КЗР, Тнеобх. не вычисляется, управление производит оператор органами управления по месту, либо через экраны меню ручного режима операторской панели.

- Отключен. Программа модуля контура отопления не работает.

Установка выше перечисленных режимов осуществляется оператором в меню настроек контура отопления, также возможна автоматическая смена при следующих условиях:

1. Задан режим погодного регулирования, но отопительный график введен некорректно. Произойдет смена режима с «Погодного» на «Фиксированный».
2. В календарный период отопительного сезона выполнилось условие его окончания по среднесуточной температуре окружающего воздуха, произойдет смена режима с «Погодного» на «Летний».
3. В календарный период отопительного сезона выполнилось условие его начала по среднесуточной температуре окружающего воздуха, произойдет смена режима с «Летнего» на «Погодный».

Подрежим «Ночной». Время действия ночного подрежима задается в меню настроек контура отопления. На этом же экране задается параметр (Тночная\_дельта) для ночного подрежима. При наступлении ночи необходимая температура контура, вычислена для текущего режима, увеличивается или уменьшается на значение уставки «Тночная\_дельта» в зависимости от знака этой уставки. Полученное значение Тнеобх. является конечном для задания регулятору контура при наступлении ночи. При активности данного подрежима не происходит смена основного режима, например, при наступлении ночи в режиме погодного регулирования он сохраняет свой статус с изменением названия с «Погодного» на «ПогодныйНочь».

Подрежим «Выходной день». Дни недели активности подрежима «Выходной день» задается в меню настроек контура отопления на экране «Выходные (пн-1...вс-7)». Значению «1» соответствует понедельник, значению «7» - воскресение, при значении равном «0» выходной день не активен. Также на этом экране задается разница температуры (Твых.дней\_дельта). В подрежиме «Выходные дни» температура контура увеличивается или уменьшается на значение уставки «Твых.дней\_дельта» в зависимости от знака этой уставки. Полученное значение Тнеобх. (включая действие подрежима «Ночной»), является конечном для задания регулятору контура при наступлении выходных дней.

Подрежим «Праздничный день». Даты активности подрежима «Праздничный день» задается в меню настроек котельной «Время контроллера» -> «Настройка праздничных дней».

В подрежиме «Праздничный день» температура контура увеличивается или уменьшается на значение уставки «Твых.дней\_дельта» в зависимости от знака этой уставки. Полученное значение Тнеобх. (включая действие подрежима «Ночной»), является конечном для задания регулятору контура при наступлении праздничного дня.

## Формирование сигналов управления КЗР.

Управление обоими КЗР в контурах отопления производится одинаковым широтно-импульсным способом, но по независимым друг от друга пропорционально-интегрально-дифференциальным (ПИД) законам регулирования. Формирование импульсов управления каждого КЗР осуществляется следующим образом.

Контроллер, производя постоянный циклический опрос входных датчиков, после каждого цикла вычисляет в числе прочих параметров и новое текущее значение температуры  $T_i$ , по которой в выполняемом системой режиме работы осуществляется регулирование  $T_o$ . Интервал времени, необходимый для одного цикла опроса датчиков, называется шагом регулирования ( $T_c$ ), и величина его задается на экране «Настройка параметров ПИД-регулятора», рекомендованное значение – 5 с.

Полученное текущее значение температуры  $T_i$  сравнивается с вычисленной уставкой регулирования – необходимой температурой ( $T_{необх.}$ ), после чего формируется импульс управления КЗР, длительность которого вычисляется по формуле:

$$D_i = 2,5 * K_p * (E_i + \tau * \Delta E_i), \quad (1)$$

где  $D_i$  – длительность управляющего импульса в миллисекундах;

$E_i = T_{необх.} - T_i$  – величина рассогласования в текущем шаге регулирования;

$\Delta E_i = E_i - E_{i-1}$  – величина изменения рассогласования по сравнению с предыдущим вычислением  $D_{i-1}$ ;

$K_p$  – коэффициент передачи регулятора;

$T_d$  – постоянная времени дифференцирования;

В формуле (1) коэффициент передачи  $K_p$  (общий коэффициент усиления) определяет чувствительность регулятора как к величине рассогласования контролируемой им температуры, так и к скорости ее изменения.

В формуле (1) коэффициент  $T_d$  (коэффициент при дифференциальной составляющей) определяет чувствительность ПИД-регулятора к резким изменениям контролируемой им температуры. Направление перемещения КЗР определяется по знаку, полученному при вычислении  $D_i$ . При положительном значении  $D_i$  формируется управляющий импульс на открытие КЗР, а при отрицательном значении – управляющий импульс на его закрытие.

При значениях  $D_i$ , численно больших максимальной длительности импульса  $C_{max}$ , сигнал управления выдается непрерывно.

*Регулирование температуры отопления  $T_o$  осуществляется с учетом заданной зоны нечувствительности. Так, при регулировании температуры в контуре отопления и при достижении  $T_o$  значений, находящихся в зоне  $T_{необх.-Dz} \dots T_{необх.+Dz}$ , импульсы управления КЗР не формируются. Параметр  $Dz$  – значение зоны нечувствительности.*

*Электропривод КЗР в силу своей инерционности не способен реагировать на импульсы малой длительности. Поэтому при  $|D_i| < C_{min}$  импульс управления КЗР контроллером не формируется, но суммируется со значением, вычисленным в следующем шаге регулирования.*

Например, при вычисленном значении  $D_i = 0,1$  с импульс управления КЗР длительностью 0,3 с (300 мс) сформируется только в третьем шаге регулирования.

Работа выходных реле контроллера, осуществляющих управление КЗР, проиллюстрирована на рис. 1:

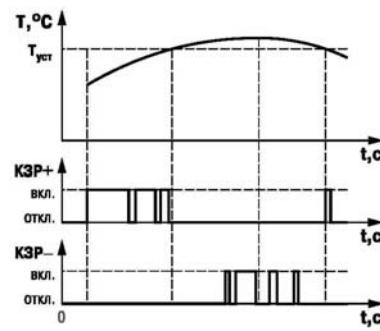


Рис. 1

Рекомендации по оптимальной настройке регуляторов приведены в приложении А.

## Модуль управления каскадированием двух котлов

### Принцип работы.

С помощью датчика температуры модуль определяет значение температуры нагнетательной части коллектора (Тколл). Если это значение опускается ниже вычисленной в соответствии с уставками текущего режима необходимой температуры (Тнеобх-дТосн.), выдается сигнал разрешения работы основного котла. Если температура продолжает снижаться и достигает значения (Тнеобх-дТдоп.), включается дополнительный котел. Диаграмма, поясняющая принцип гистерезисного каскадирования котлов, приведена на рис. 2.

Модуль каскадирования имеет два режима работы, которые отличаются лишь способом вычисления уставки Тколл.необх:

- фиксированный;
- скользящий.

При работе котлов в фиксированном режиме значение Тколл.необх. соответствует значению, заданному оператором в параметре  $T_{фикс}$ , оно остается постоянным на протяжении всего времени работы, т.е. это значение температуры используется модулем каскадирования в качестве уставки.

При скользящем режиме значение температуры Тколл.необх. вычисляется алгоритмом модуля в процессе работы на основе температур, требуемых остальными функциональными модулями контроллера (фактически потребителями тепла). Таким образом, температура котлового коллектора будет подстраиваться, в зависимости от потребностей всей системы в целом. Значение  $T_{скольз.}$  (может быть задано равном «0») в этом режиме прибавляется к вычисленной уставке Тколл.необх., и носит смысл компенсации различных тепловых потерь в системе.

Для большей ясности подчеркнем, что в скользящем режиме значение  $T_{фикс}$  не используется, вместо него алгоритмом используются значения Тнеобх. контуров отопления, а также значение уставки реле температуры в контуре ГВС. Приведем пример расчета температуры коллектора в скользящем режиме, допустим, что заданы следующие уставки:

1.  $T_{необх.(\text{контура 1})}=81 \text{ гр. С (погодное регулирование } T_{наруж.}=-23 \text{ гр. С).}$   
 $T_{необх.(\text{контура 2})}=73 \text{ гр. С (фиксированный режим работы).}$   
 $T_{гвс}=55 \text{ гр. С}$   
 $T_{скольз.}=10 \text{ гр. С}$   
Уставка температуры коллектора примет значение равное 91 гр. С.
2. Произошло изменение температуры наружного воздуха, тогда:  
 $T_{необх.(\text{контура 1})}=75 \text{ гр. С (погодное регулирование } T_{наруж.}=-20 \text{ гр. С).}$   
 $T_{необх.(\text{контура 2})}=73 \text{ гр. С (фиксированный режим работы).}$   
 $T_{гвс}=55 \text{ гр. С}$   
 $T_{скольз.}=10 \text{ гр. С}$   
Уставка температуры коллектора примет значение равное 85 гр. С.
3. Предположим, что произошло изменение температуры наружного воздуха, так что Тнеобх. (контура 2) стало больше Тнеобх. (контура 1), тогда:  
 $T_{необх.(\text{контура 1})}=70 \text{ гр. С (погодное регулирование } T_{наруж.}=-15 \text{ гр. С).}$   
 $T_{необх.(\text{контура 2})}=73 \text{ гр. С (фиксированный режим работы).}$   
 $T_{гвс}=55 \text{ гр. С}$   
 $T_{скольз.}=10 \text{ гр. С}$   
Уставка температуры коллектора примет значение равное 83 гр. С и при дальнейшем падении температуры наружного воздуха не изменит своего значения, поскольку алгоритм обеспечивает поддержание температуры коллектора, исходя из потребностей самых требовательных потребителей тепла.

В параметрах конфигурации модуля устанавливается максимальная и минимальная границы температуры котла ( $T_{max}$ ,  $T_{min}$ ), в пределах которых будет меняться вычисляемая температура. Модуль автоматически не позволит превышать эти значения, отключая котлы.

## Одноступенчатые горелки котлов

Настройка контроллера для работы с одноступенчатыми горелками сводится к установке параметров «dT<sub>s2.осн.(доп.)</sub>» контроллера в нулевые значения.

**Примечание.** Если один из котлов оснащен двухступенчатой горелкой, и он в системе является основным, то параметру «dT<sub>s2.осн.</sub>» необходимо задать желаемое значение температуры. Соответственно, если котел является дополнительным, то необходимо задать значение в параметре «dT<sub>s2.доп.</sub>». Чередование котлов необходимо запретить!

### Регулирование.

Значение необходимой температуры котлового коллектора, которое может быть фиксированным или скользящим, используется в качестве максимального значения температуры котла.

Диаграмма на рис.2 поясняет логику каскадной работы котлов.

Оператор должен задать два значения температуры, а вернее величину отклонения от необходимой температуры коллектора:

1. «Дельта Т основного котла»;
2. «Дельта Т дополнительного котла».

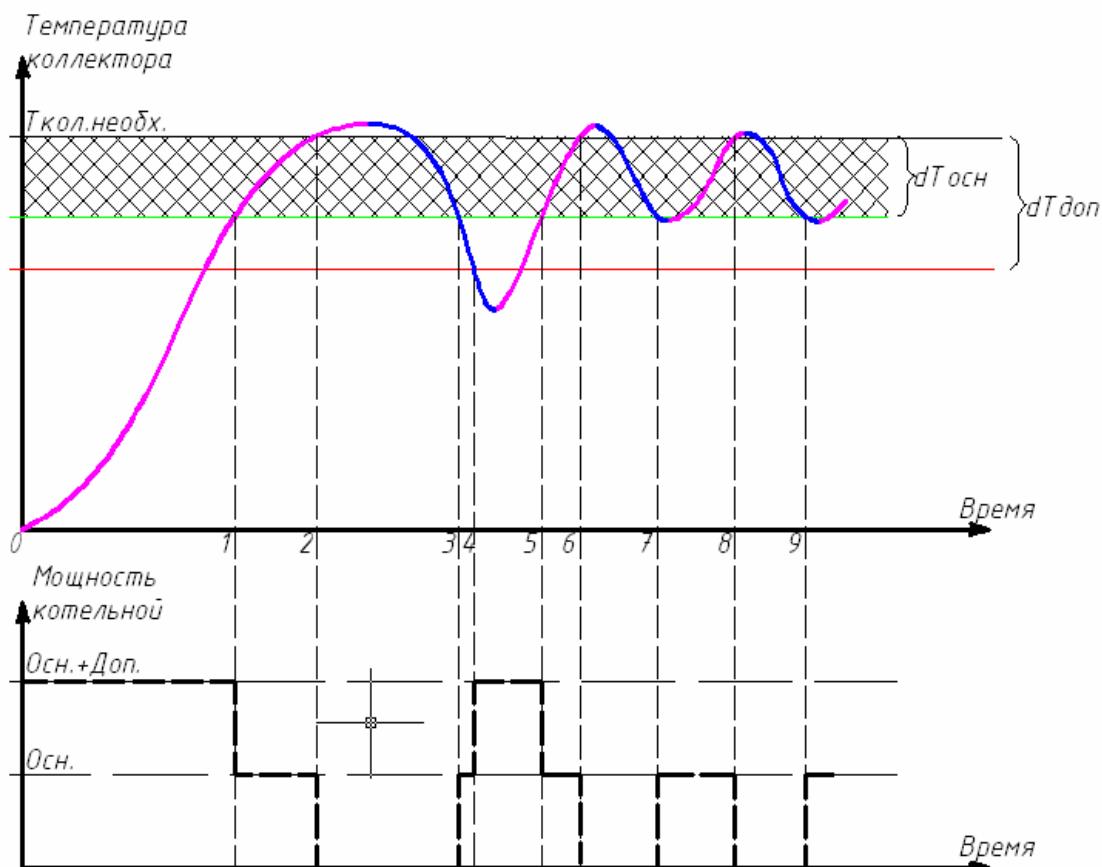


Рис.2.

Для обеспечения гистерезисного эффекта (переход котла из состояния включен в состояние выключен) точки на оси температур, которые определяют эти параметры, по-разному влияют на состояние котлов для нисходящей (синий цвет) и восходящей кривой (фиолетовый цвет) температуры коллектора. Предположим, что в момент включения котельной коллектор совершенно остыл, и поэтому оба котла должны начать работу (точка «0» на оси времени).

- Положительная динамика температуры (коллектор нагревается):

о точка «1» на оси времени - температура коллектора достигла значения Тнеобх.колл.-dT<sub>осн.</sub>. Происходит отключение дополнительного котла.

о точка «2» - температура коллектора сравнялась с заданной. Происходит отключение основного котла.

- Отрицательная динамика температуры (коллектор остывает):

о точка «3»- температура коллектора упала до значения  $T_{необх.колл.} - dT_{осн.}$ . Происходит включение основного котла.

о точка «4»- температура коллектора упала до значения  $T_{необх.колл.} - dT_{доп.}$ . Происходит включение дополнительного котла.

Таким образом в зависимости от потребности системы в целом можно настроить эти два параметра так, чтобы дополнительный котел не включался, а основной обеспечивал стабилизацию температуры в районе области, ограниченной точками  $T_{необх.колл.}$  и  $(T_{необх.колл.} - dT_{осн.})$ . Эта область на рисунке заштрихована. В точке «7» он включиться, в точке «8» выключится, в точке «9» включиться вновь. Количество включенных котлов определяет в конечном итоге потребность потребителя, а не значения этих уставок, они лишь могут помочь минимизировать количество циклов вкл/выкл котлов, находясь в разумном компромиссе с колебаниями температуры в системе.

## Время задержки включения/выключения горелок.

Физический смысл данного параметра схож со смыслом параметра Dz – мертвый зоны регулятора отопления. Для наглядности ниже приводиться график гипотетического изменения температуры коллектора см. рис. 3. В точке «1» модуль управления каскадированием начинает отсчет времени заданного с панели оператора - «пауза включения/отключения» (см. экран № 3). На рисунке ему соответствует интервал  $dt$ . Как только это время истечет, модуль выключит основной котел – момент времени  $1+dt$ . После чего начинается естественное падение температуры теплоносителя в коллекторе. В момент времени обозначенный точкой «2» значение температуры снизится до уставки  $dT_{осн.}$ , модуль управления котлами запустит таймер на интервал времени  $dt$ . Но к концу этого интервала значение температуры успевает вернуться в зону выше порогового значения (например, резко снизилось потребление тепла в контуре отопления). В этом случае включение котла не произойдет, ведь в нем уже нет смысла. Продолжая свои колебания, кривая температуры вновь пересекает порог  $dT_{осн.}$ , но уже на время большее  $dt$ ; основной котел включается в момент времени  $3+dt$ .

Какой же практический смысл носит этот параметр? Значения параметров  $dT_{доп.}$  и  $dT_{осн.}$ , как это было отмечено выше, влияют на частоту включения котлов, и подобрать их оптимально можно только для конкретных тепловых нагрузок на котельную. Представим, что один из потребителей внезапно отключился от системы отопления – масса теплоносителя в системе снизилась. Как следствие инерционность системы снизилась тоже.  $dT_{доп.}$  и  $dT_{осн.}$  подобранные ранее теперь могут приводить к частым циклам вкл/выкл котлов. Для того, что бы как-то ограничить частоту этих небезвредных для оборудования циклов, и служит параметр - «пауза включения/отключения котла».

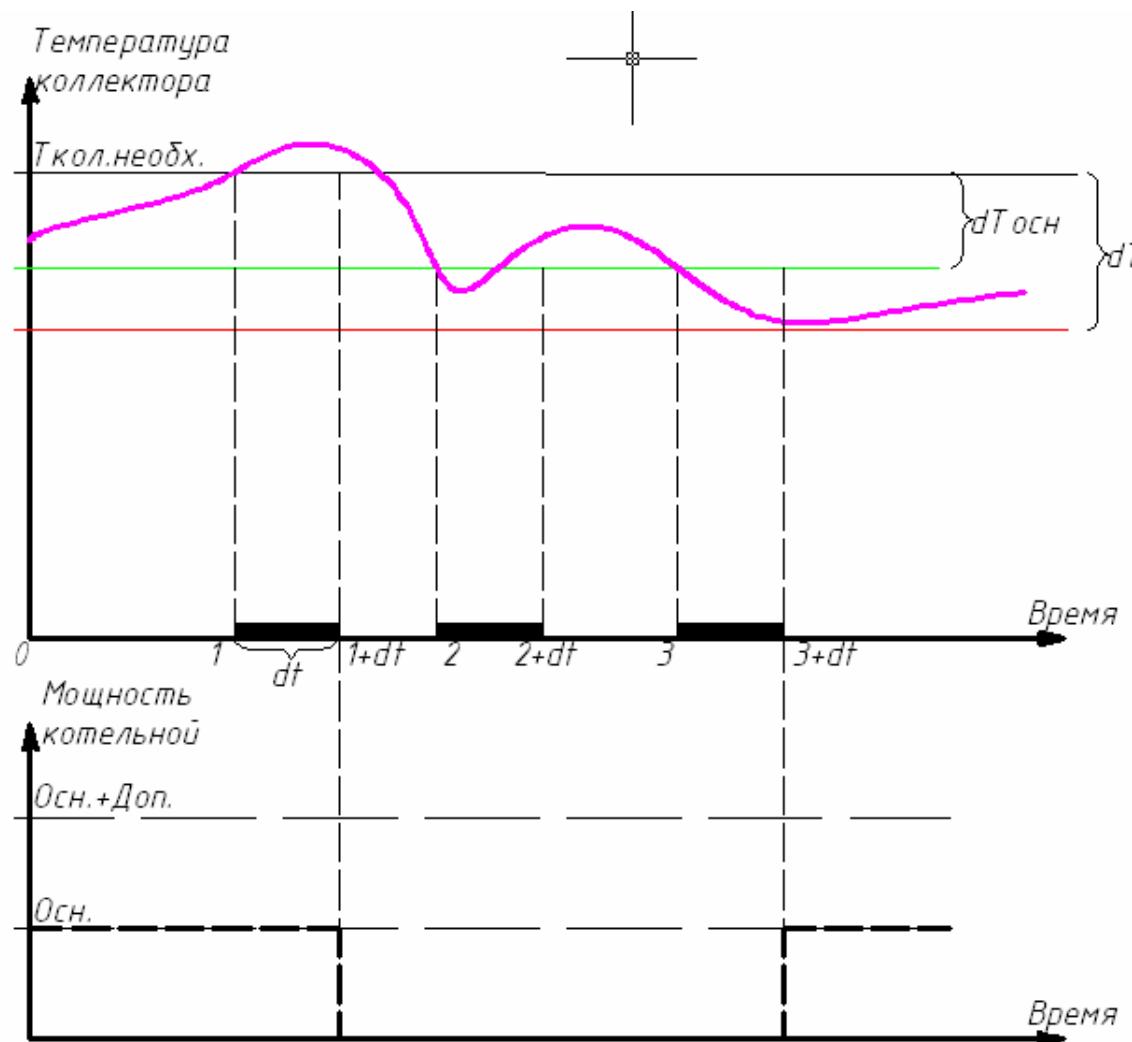


Рис.3.

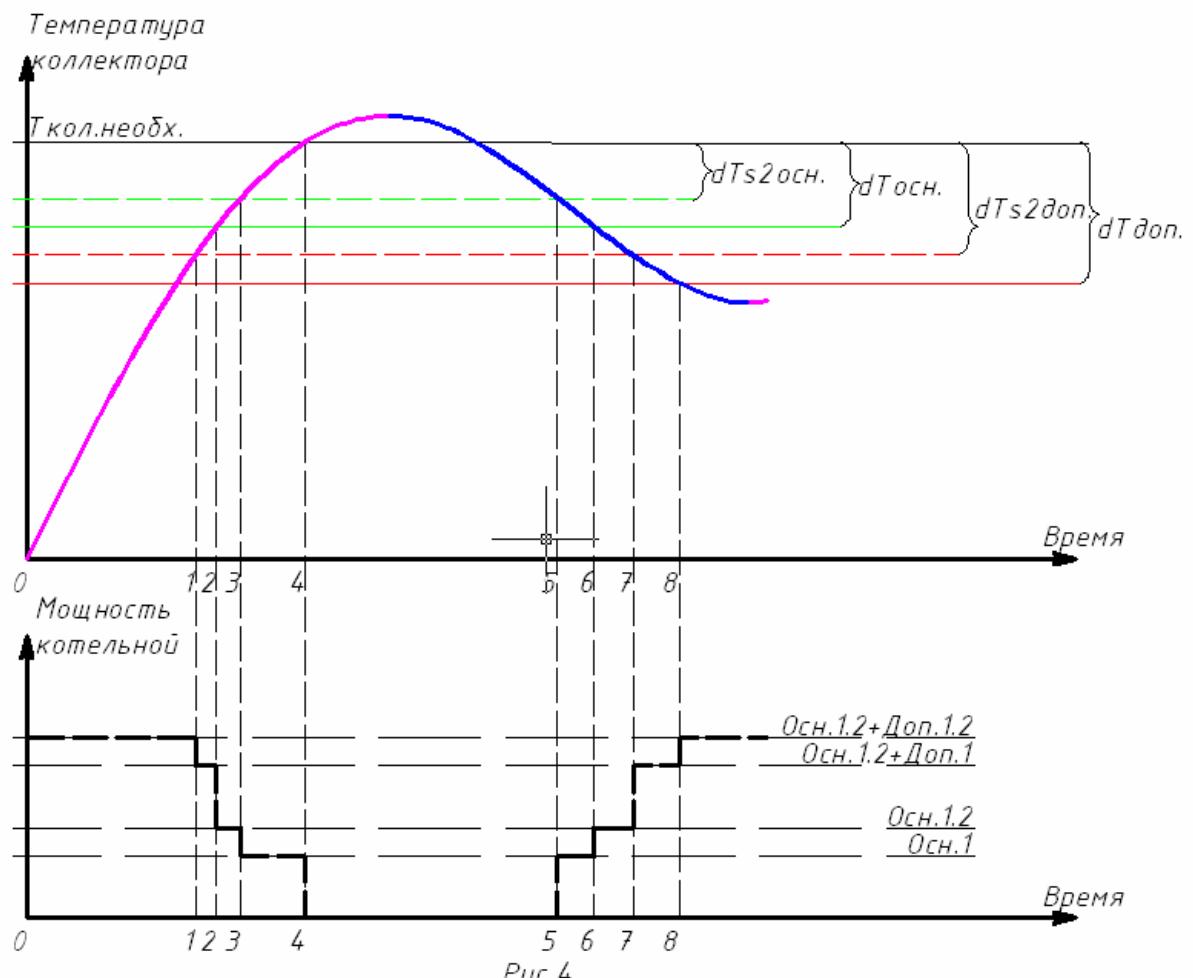
## Двухступенчатые горелки котлов

Настройка контроллера для работы с двухступенчатыми горелками сводится к установке параметров «dT<sub>s2.осн.</sub>(доп.)котла» в ненулевые значения (см. экран № 4 «Настройка котлов»).

*Примечание.* Если один из котлов оснащен одноступенчатой горелкой, то соответствующему параметру «dT<sub>s2.осн.</sub>» или «dT<sub>s2.доп.котла</sub>» необходимо задать значение равное «0».

Алгоритм регулирования мощности котельной аналогичен вышеописанному, с той лишь разницей, что появляются два дополнительных значения температуры, по которым осуществляется вкл/откл вторых ступеней котлов. Время задержки «пауза вкл/откл» см. экран № 3 настроек котлов играет такую же роль, как и при одноступенчатых горелках, за тем исключением, что вместо «котла» понимать «ступень горелки котла». Графики, поясняющие принцип каскадирования и задержек вкл/откл ступеней котла, приведены ниже.

### Двухступенчатые горелки котлов



*Примечание.* При выключении второй ступени основного котла из работы (запрет на включение при задании  $dT_{s2.осн}=0$ ) за значение температуры включения первой ступени на нисходящей кривой будет принята величина равная  $(T_{кол.необх}-dT_{осн.})/2$ . При выключении второй ступени дополнительного котла ( $dT_{s2.доп}=0$ ) включение первой ступени на нисходящей кривой будет происходить при значении температуры равной  $(T_{доп}-dT_{осн.})/2$ .

## Двухступенчатые горелки котлов

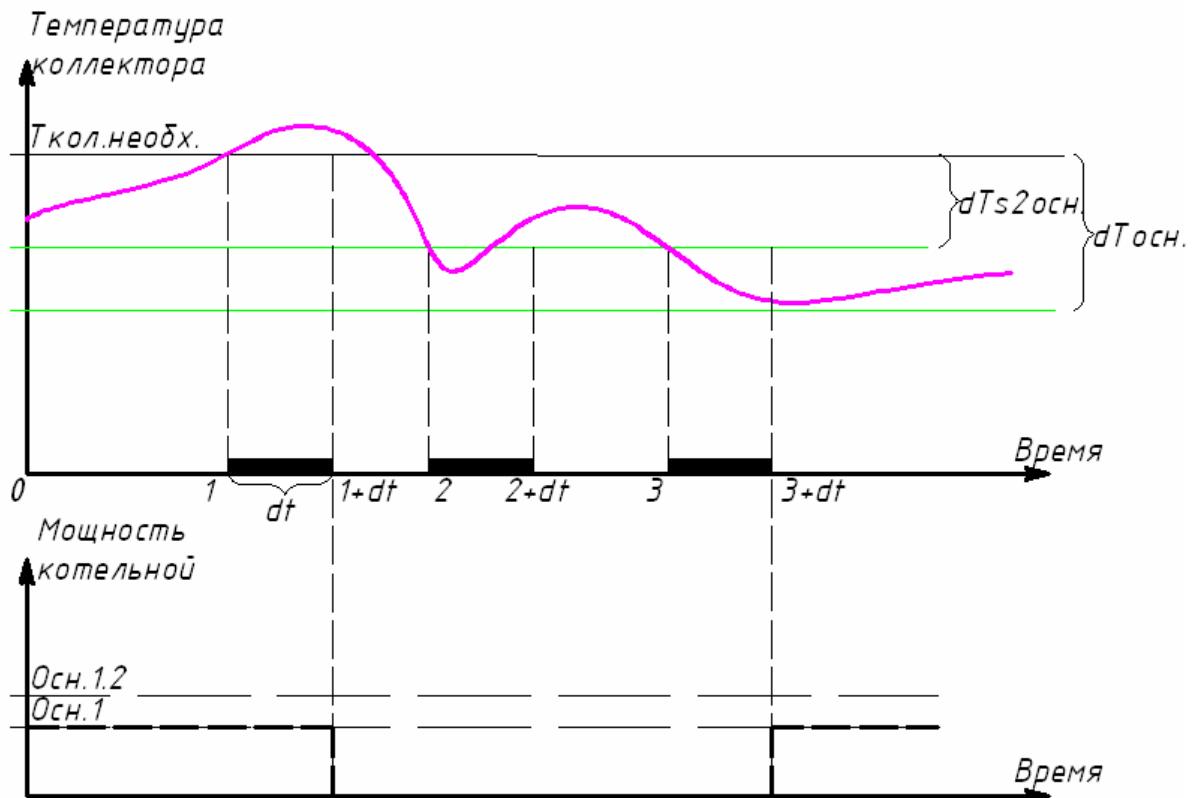


Рис.5.

### Чередование ролей котлов.

Режим чередования котлов может быть установлен в: «Есть чередование» и «Нет чередования». Настройка режима чередования котлов производится на экране настроек № 1 меню настройки котлов. В режиме чередования котлов - основной котел автоматически заменяется через определенное количество дней (макс. возможное значение 49 дней), что позволяет обеспечить равномерную выработку ресурсов. В установленное время модуль заменяет статус котла «основной» на «резервный» и наоборот. В режиме «Нет чередования» смена статуса котлов не происходит.

При возникновении аварии котлов режим «Есть чередование» автоматически заменяется режимом «Нет чередования». Счетчик времени оставшегося до смены котлов сбрасывается.

**Внимание! Параметры:  $dT_{\text{доп}}$ ,  $dT_{\text{осн}}$ ,  $dTs2_{\text{доп}}$ ,  $dTs2_{\text{осн}}$  – привязаны к ролям котлов – Осн. и Доп., но не физическим номерам котлов №1 и №2. Любой из номеров, как №1 так и №2 могут выполнять роль основного или дополнительного котла.**

Пример 1. Если возникла необходимость выключения второй ступени котла № 1, то необходимо запретить чередование котлов «Нет чередования», в качестве основного котла необходимо установить котел № 1, а затем установить параметр  $dTs2_{\text{осн}}$  равным «0». Если режим чередования оставить в значении «Есть чередование», то при смене ролей котлов вторая ступень отключится у котла, который примет статус «Основной», т.е. выключение второй ступени будет происходить поочередно у котлов при смене их ролей.

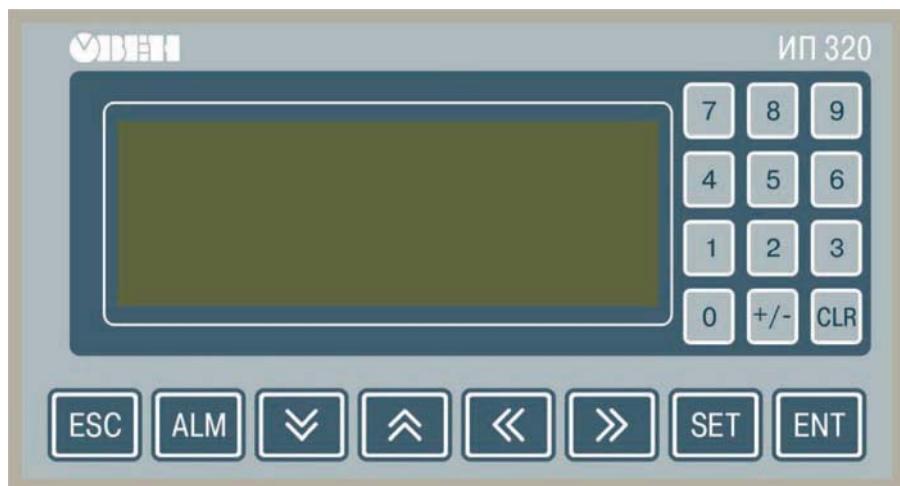
Для решения задачи примера приведенного выше можно выбрать другой путь – котел № 2 назначить основным, запретить чередование, параметр  $dTs2_{\text{доп}}$  назначить равным «0».

Пример 2. Если возникла необходимость выключения котла № 1, то необходимо установить значение параметра  $dT_{\text{доп}}$  равным «0», а основным котлом назначить котел № 2.

## Общее описание панели оператора

(выдержка из документа «Панель оператора ИП320 Паспорт и руководство по эксплуатации КУВФ.421449.002 РЭ» ОВЕН)

На лицевой панели ИП320 расположен графический ЖК-дисплей (диагональ 105 мм), восемь управляющих и двенадцать цифровых и функциональных кнопок. Размеры панели (ДхШхГ) – 172x94x30 мм. Внешний вид панели показан на рисунке ниже.



Внешний вид панели оператора ИП320

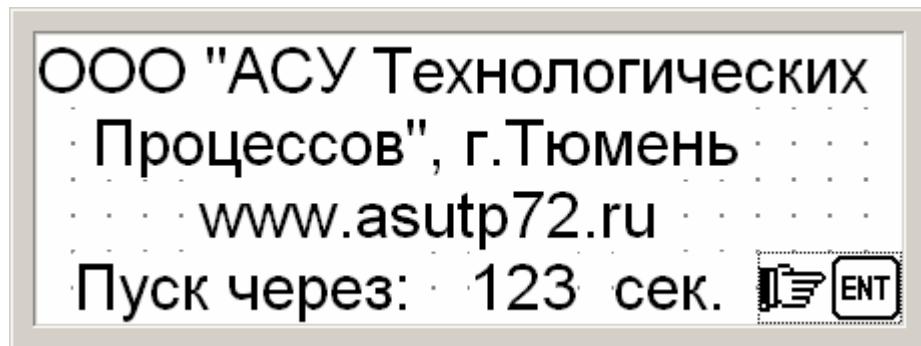
Экран панели отображает четыре текстовых строки. Описание экранных меню привязано к строкам экрана.

Базовое функциональное назначение кнопок панели приведено в таблице ниже. Иные функции, назначенные кнопкам, описаны ниже при описании экранов.

| Кнопка  | Функциональное назначение  |
|---------|--|
| ESC     | Возвращает дисплей к главному (чаще используемому) экрану проекта. Как правило, главным экраном назначается либо главное меню проекта, либо наиболее часто используемый экран проекта  |
| »       | Используется для перемещения курсора при вводе числа   |
| «       | Используется для перемещения курсора при вводе числа   |
| ▼       | Используется для перехода между экранами, а также в режиме редактирования параметра для изменения его численного значения  |
| ▲       | Используется для перехода между экранами, а также в режиме редактирования параметра для изменения его численного значения  |
| SET     | Запускает процедуру редактирования значения регистра: строка отображения регистра перейдет в режим редактирования (изменит цвет). Если текущий экран не содержит области редактирования значения регистра, процедура не будет запущена. Осуществляется переход между элементами редактирования в области текущего экрана |
| ENT     | Записывает измененное значение текущего регистра и включает режим редактирования следующего регистра. После редактирования последнего регистра текущего экрана – завершает процедуру редактирования регистров  |
| ALM     | При нажатии этой кнопки вызывается «Список тревог» (перечень нештатных ситуаций)   |
| CLR     | В режиме редактирования параметра происходит обнуление значения параметра  |
| +/ -    | Задает положительный или отрицательный знак редактируемого значения  |
| 0 ... 9 | Цифровые кнопки предназначены для ввода и редактирования численного значения   |

## Описание экранов панели оператора котельной. Настройка и управление режимами работы котельной.

При включении контроллера на панели оператора появляется следующий экран:



В строке 4 находится счетчик времени оставшегося до пуска котельной (все дискретные выходы контроллера находятся в состоянии идентичном выключенному контроллеру). После истечения времени (300 сек.) произойдет пуск котельной (все дискретные выходы контроллера примут состояние, соответствующее исходным настройкам котельной и показаниям датчиков).

В этой строке также размещен символ соответствующий кнопке **ENT** панели. Нажатие на данную кнопку приведет к пуску котельной. Появиться «Главный экран» контроллера котельной.

Экраны панели построены в виде древовидного меню по функциональным разделам. Переходы между экранами строго определены, в зависимости от текущего индицируемого экрана.

Самым верхним экраном этого древовидного меню является экран изображенный на рисунке ниже:



Главный экран.

При нажатии цифровых кнопок панели происходит переход на основные экраны соответствующих функциональных разделов:

- 1 – общая информация о текущих параметрах котельной;
- 2 – функциональный модуль котлов;
- 3 – функциональный модуль контура отопления № 1;
- 4 – функциональный модуль контура отопления № 2;
- 5 – функциональный модуль контура ГВС;
- 6 – датчики;
- 7 – время контроллера;
- 0 – управление исполнительными механизмами в ручном режиме.

На экране располагается скрытый элемент управления соответствующий кнопке **ALM** панели, нажатие на которую приведет к появлению экрана аварийных сообщений.

Далее описана работа с системой меню функциональных разделов.

*Примечание.* Переход на экран «управления исполнительными механизмами в ручном режиме» возможен, только если режим «Ручной» активен хотя бы для одного контура отопления.

### Экран общей информации о текущих параметрах котельной.



Экран кратко отображает самые основные параметры работы котельной –

1 строка – состояние и роль котла № 1 (индикатор темный – котел работает; в данном примере оба котла выключены), состояние и роль котла № 2 (индикатор темный – котел работает);

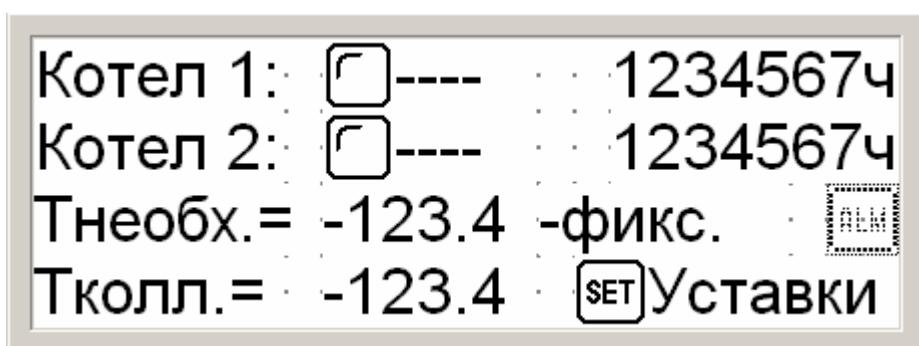
2 строка – время, оставшееся до смены ролей котлов (час), если чередование разрешено, а также среднесуточная температура наружного воздуха (гр. С).

3 и 4 строка – температура коллектора котлов (гр. С), температура подающего трубопровода контура отопления № 1 (гр. С), температура подающего трубопровода контура отопления № 2 (гр. С), температура наружного воздуха (гр. С).

На экране располагаются скрытые элементы управления соответствующие кнопкам «2», «3», «4», «5», панели, нажатие на которые приведет к появлению экрана:

- 2 – функционального модуля котлов;
  - 3 – функционального модуля контура отопления № 1;
  - 4 – функционального модуля контура отопления № 2;
  - 5 – функционального модуля контура ГВС;
- аварийных сообщений;

### Экраны общей информации котлов.



Общая информация по котлам

Экран отображает основные параметры работы котлов:

1 строка – состояние, роль, время наработки первого котла,

2 строка – состояние, роль, время наработки второго котла,

Роль котла, отмеченная на рисунке символами «----» может принимать одно из значений:

- «Осн» - котел в данный момент времени является основным, и режим чередования котлов выключен;
- «Доп» - котел в данный момент времени является дополнительным, и режим чередования котлов выключен;

- «Осн\_ч» - котел в данный момент времени является основным, и режим чередования котлов включен;
- «Доп\_ч» - котел в данный момент времени является дополнительным, и режим чередования котлов включен;
- «Авария» - аварийное состояние котла;

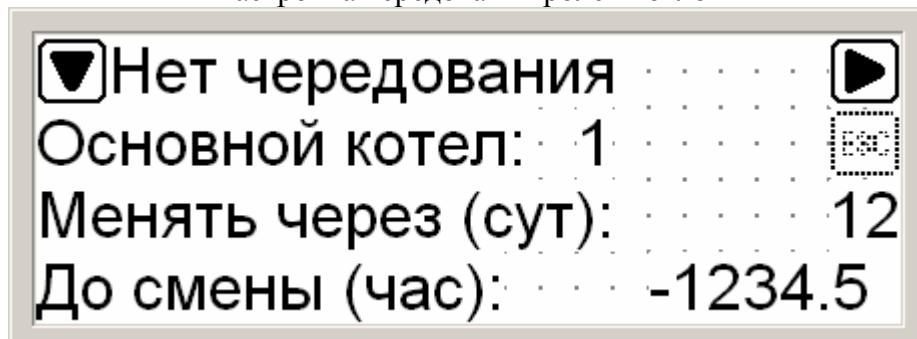
3 строка – необходимая температура теплоносителя в котловом коллекторе (гр. С), режим вычисления необходимой температуры (фиксированная / скользящая). Тнеобх. в режиме скользящая вычисляется как максимальная из всех температур, требуемых для других функциональных модулей, в режиме фиксированная – берется из соответствующей уставки – Тфикс.

4 строка – текущая температура теплоносителя в коллекторе (гр. С).

В этой строке также отображается подсказки в виде символа **SET**, которому соответствует кнопка **SET** панели. Нажатие этой кнопки приведет к появлению серии экранов настройки котлов.

На экране располагается скрытый элемент управления соответствующий кнопке **ALM** панели, нажатие на которую приведет к появлению экрана аварийных сообщений. Меню настроек параметров котлов состоит из трех экранов, переключение между ними осуществляется кнопками **«**, **»**. Нажатие кнопки **ESC** на любом из них приведет к возврату на экран «Общая информация по котлам».

Настройка чередования ролей котлов



Экран № 1. Настройки котлов.

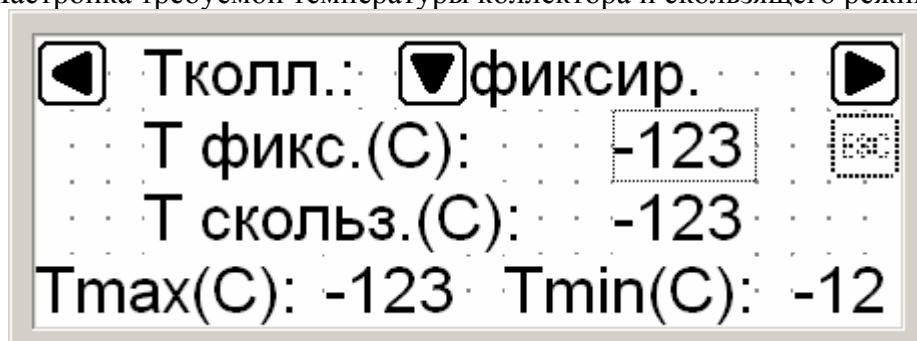
1 строка – режим работы котлов в качестве основного и резервного («Нет чередования» – всегда один заданный котел основной, второй – дополнительный, «Есть чередование» - периодически происходит смена ролей котлов – ротация). Выбор режима работы осуществляется кнопкой **▼**.

2 строка – номер основного котла,

3 строка – интервал смены ролей котлов (в сутках; макс. 49 сут.) для режима «Есть чередование»,

4 строка – время, оставшееся до смены ролей котлов (в часах).

Настройка требуемой температуры коллектора и скользящего режима



Экран № 2. Настройки котлов.

1, 2, 3 строки – режим задания требуемой температуры коллектора – фиксированная, скользящая. Переключение режимов осуществляется кнопкой **▼**. В режиме фиксированной температуры уставкой для котлов служит значение Тфикс., задаваемое во второй строке. В режиме

скользящей температуры, значение температуры вычисляется путем суммирования Тскольз. и максимального из требуемых значений температур потребителей тепла – контуров отопления и ГВС.

Например, если для контура отопления 1 требуется 56 градусов, а для контура 2 – 67 градусов, Тскольз. = 20, то требуемая температура равна 87 градусов.

4 строка - задание максимальной и минимальной температуры коллектора. Этими значениями ограничивается требуемая температура коллектора.

*Примечание.* Контроллер не позволит ввести значение Тфикс. за пределами диапазона Tmax-Tmin. При значении Tmax и Tmin равном «0», ввести значение в поле параметра Тфикс. не удастся! Начните настройку уставок данного экрана с задания корректных значений параметрам Tmax и Tmin.

Настройка температур вкл/откл котлов



Экран № 3. Настройки котлов.

1 строка – пауза включения/отключения котла, при значении «0» мин котлы включаются и выключаются без задержки.

При переходе температуры коллектора пороговых значений дополнительный котел включается и выключается только после истечения интервала времени, определенного в этой строке.

Основной котел включается без паузы при достижении температуры коллектора порогового значения. Выключение же основного котла происходит всегда с паузой.

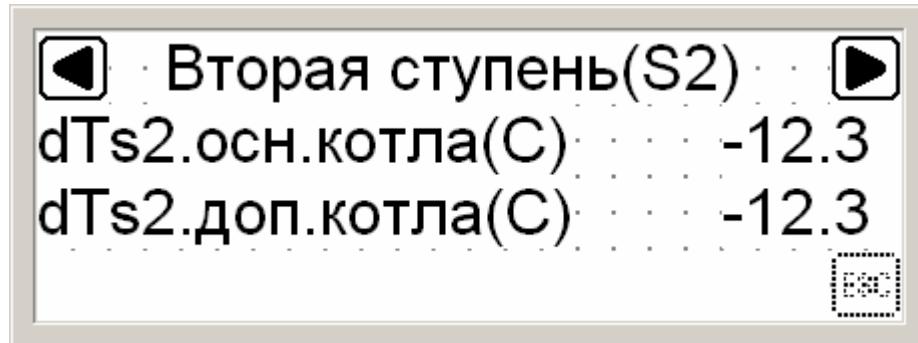
2 строка – дельта основного котла; в работе котельной используется разность этого значения и текущей температуры коллектора, которая определяет момент включения основного котла на нисходящей кривой температуры коллектора, а также момент выключения дополнительного котла на восходящем участке этой кривой. На графике рис. 2 этой точки оси температур соответствует зеленая линия.

3 строка - дельта дополнительного котла; в работе котельной используется разность этого значения и текущей температуры коллектора, которая определяет момент включения дополнительного котла на нисходящей кривой температуры коллектора. На графике рис. 2 этой точки оси температур соответствует красная линия.

Для отключения дополнительного котла параметр «dTдоп» необходимо установить равным «0», режим чередования котлов и все настройки, связанные с чередованием котлов, станут не активными и обнуляться.

Для двухступенчатых горелок котлов параметр «dTосн» определяет пороговые значения первой ступени основного котла, аналогично «dTдоп» - первая ступень дополнительного котла, параметр «пауза вкл/откл» определяет задержку в работе ступеней котлов.

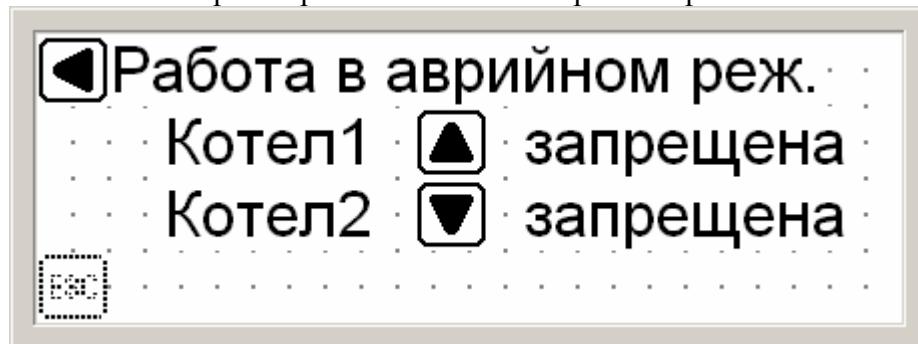
Подробно алгоритм каскадирования котлов и физический смысл уставок приведен в разделе: «Модуль управления каскадированием двух котлов».



Экран № 4. Настройка котлов

Значения параметров работы вторых ступеней котлов этого экрана аналогичны описанным выше. Для отключения второй ступени котла необходимо параметру «dT2.xxx» присвоить значение равное «0». Если горелки котлов одноступенчатые необходимо «dT2.dop» и «dT2.osn» присвоить значение равное «0».

Настройка работы котлов в аварийном режиме



Экран № 5. Настройки котлов в аварийном режиме

Данный экран позволяет управлять состоянием котлов при возникновении аварии «Котел1» и «Котел2». На другие типы аварий данные настройки не действуют.

1 строка – наименование экрана.

2 и 3 строка содержат элементы управления состоянием котла в аварийном режиме:

кнопка - , нажатие инициирует смену режима – запрещена/разрешена;

кнопка - , нажатие инициирует смену режима – запрещена/разрешена;

Изменения, произведенные оператором, вступают в силу немедленно.

**Внимание!** Включение/отключение котлов происходит без какой-либо задержки при смене состояния аварии - не активна/активна, либо при ручной смене оператором режима работы котлов в аварийном состоянии.

## Экранные меню функционального модуля контуров отопления.

Экранные меню модулей контуров отопления идентичны. Ниже приведены экраны мониторинга и настройки режимов работы контура отопления 1.



Экран № 1. Мониторинг контура отопления.

Главный экран модуля контура отопления отображает основные параметры контура отопления. Для их редактирования необходимо нажать кнопку **SET** панели.

1 строка – текущий режим работы контура отопления. В текущей версии программного обеспечения имеются следующие режимы:

- «Погодный», индицируется - «Погодный» или «Погод»
- «Фиксированный», индицируется - «Фиксир.» или «Фикс»
- «Летний», индицируется - «Летний»
- «Ручной», индицируется - «Ручной»
- «Отключен», индицируется - «Отключен»

Индикация активности подрежимов осуществляется путем прибавления «суффикса» в наименовании основного режима:

1. Подрежим «Ночной» суффикс «Ночь»
2. Подрежим «Выходной день» суффикс «Вых»
3. Подрежим «Праздничный день» суффикс «Вых»

Например: «ПогодНочьВых» - регулирование температуры контура осуществляется по отопительному графику, время суток – ночь, тип дня – выходной.

*Примечание.* Работа контура в подрежимах возможна только в режимах «Погодный» и «Фиксированный».

2 строка – температура воздуха на улице.

3 строка – требуемая температура в подающем трубопроводе контура отопления – задание для регулятора температуры. Вычисляется в зависимости от режима работы контура по заданным параметрам конфигурации.

4 строка – текущая температура в подающем трубопроводе контура отопления, а также среднесуточная температура наружного воздуха «Тн.с.» в гр. С.

*Примечание.* При отключении питания значение «Тнаруж.возд.» сохраняется в энергонезависимой памяти контроллера, и восстанавливается в текущих параметрах при условии что повторное включение контроллера произошло в день его отключения.

На экране располагается скрытая кнопка, соответствующая кнопке **ENT** панели, нажатие на которую приведет к появлению экрана ручного управления контуром отопления (кнопка активна только при режиме «Ручной»).

На экране располагается скрытый элемент управления соответствующий кнопке **ALM** панели, нажатие на которую приведет к появлению экрана аварийных сообщений.

Меню настроек параметров контура отопления состоит из шести экранов, переключение между ними осуществляется кнопками  .



Экран № 2. Настройка контура отопления.

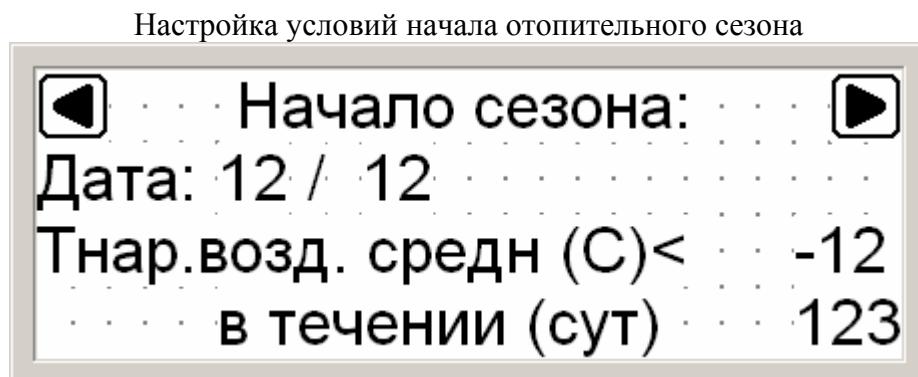
1 строка – выбор и установка режима работы контура отопления. Выбор осуществляется кнопкой  из следующих вариантов: «Отключен», «Ручное управление», «Погодозависимое управление», «Фиксированная температура», «Летний». Подтверждение выбранного режима производится кнопкой .

2 строка – задание значения требуемой дневной температуры в режиме фиксированной температуры.

3 строка – задание разницы ночной температуры по отношению к дневной. Может быть задана как отрицательная, так и положительная разница.

4 строка – время начала и окончания действия режима ночной температуры. Время задается в часах суток, например с 20 до 7 – ночной режим будет действовать с 20 часов вечера до 7 часов утра.

Значение Тночная может быть как положительным, так и отрицательным числом. Контроллер проверяет правильность ввода этого значения, если при сложении этого числа со значением Тфикс результат выходит за пределы параметров максимальной и минимальной температуры коллектора, переменной Тночная присваивается значение 0 гр. С.

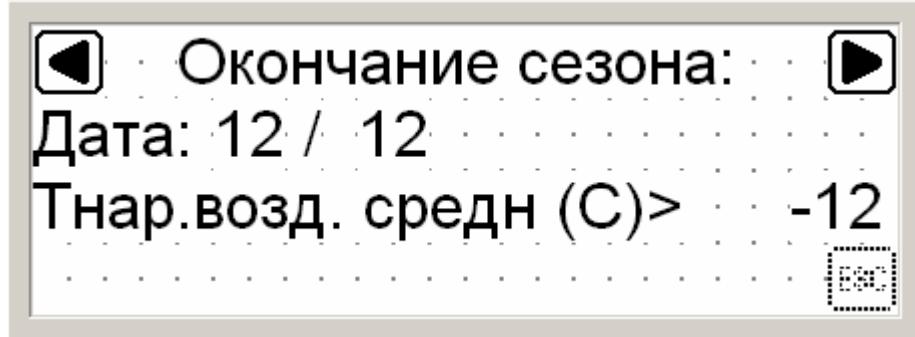


Экран № 3. Настройка контура отопления.

2 строка – дата (день/месяц) начала отопительного сезона (переключение режима контура отопления из летнего режима в погодозависимый).

3, 4 строка - задание среднесуточной температуры и времени, в течение которого осуществляется усреднение температуры наружного воздуха для начала отопительного сезона. Начало сезона происходит по дате, с учетом температуры «Тнар.возд.сред».

#### Настройка условий окончания отопительного сезона

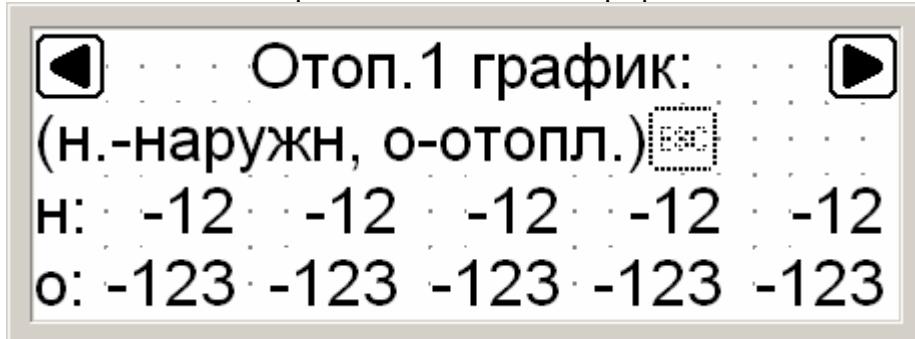


Экран № 4. Настройка контура отопления.

2 строка –дата (день/месяц) окончания отопительного сезона (переключение режима контура отопления из текущего рабочего режима в летний).

3 строка - задание среднесуточной температуры и времени, в течение которого среднесуточная температура наружного воздуха выше, чем заданная температура для окончания отопительного сезона. При окончании календарного периода отопления котельная перейдет в «Летний» режим при значении среднесуточной температуры выше уставки «Тнар.возд.средн».

#### Настройка отопительного графика

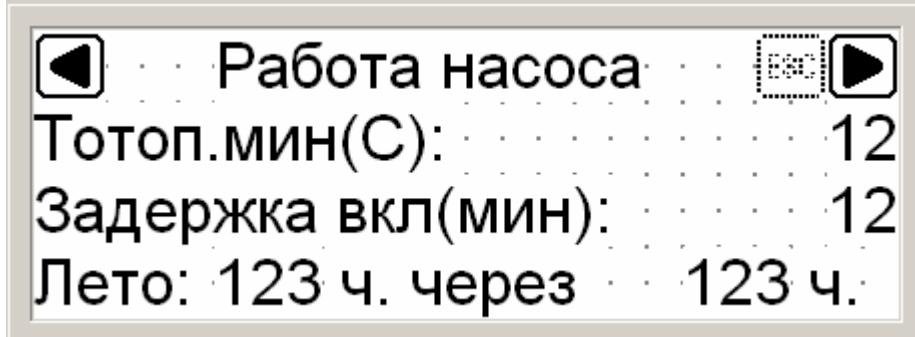


Экран № 5. Настройка контура отопления.

На данном экране настраивается температурная кривая для регулирования температуры по-дачи в погодозависимом режиме.

3 строка содержит значения температуры наружного воздуха, 4 строка - соответствующие значения температуры отопления. Каждый столбец образует точку температурной кривой. Значения в строке *наружной* температуры должны быть упорядочены по *возрастанию* слева направо. При выходе наружной температуры за границы кривой, за температуру отопления берутся соответствующие крайние точки.

#### Настройка защиты и режимов работы циркуляционного насоса

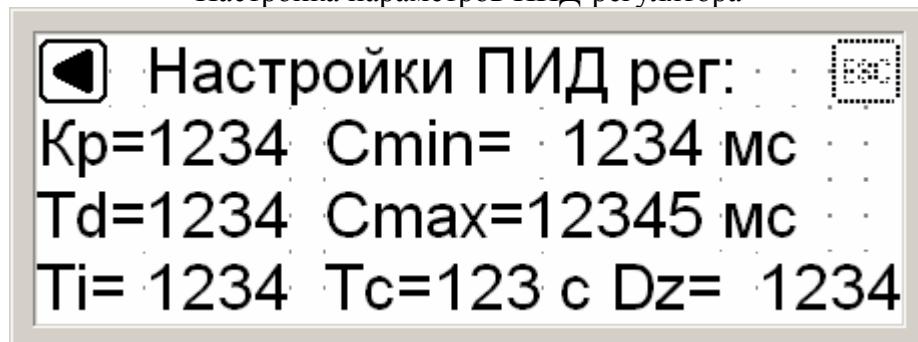


Экран № 6. Настройка контура отопления.

2 строка –уставка минимальной температуры теплоносителя, при которой еще разрешена работа циркуляционного насоса.

3 строка – время, в течение которого температура должна быть ниже уставки для отключения циркуляционного насоса.

4 строка – режим работы насоса в летнем режиме контура отопления. Задается время одного включения насоса и интервал между включениями в часах.



Экран № 7. Настройка контура отопления.

На данном экране настраиваются параметры ПИД-регулятора контура отопления. Работа регулятора и смысл параметров описаны в предыдущем разделе. Настройка параметров регулятора осуществляется экспериментальным путем в установленном режиме. Рекомендации по настройке регулятора также приведены в предыдущем разделе.

Kp – коэффициент передачи регулятора

Td – постоянная времени дифференцирования

Ti – постоянная времени интегрирования

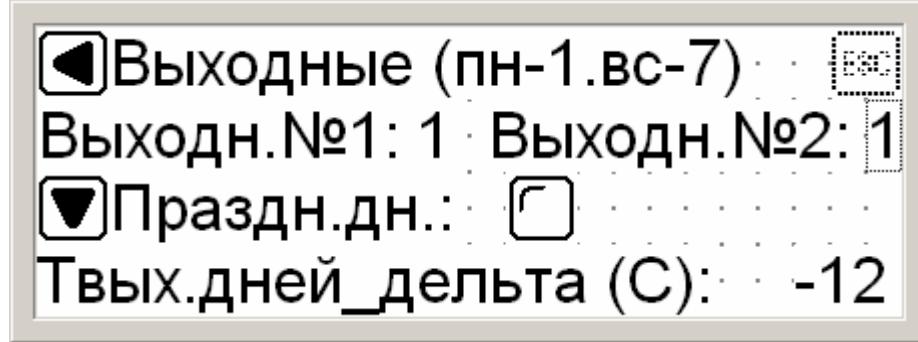
Tc – цикл пересчета программы регулятора (по умолчанию 5 с)

Cmin – мин. длительность импульса управления на КЗР, мс

Cmax – макс. длительность импульса управления на КЗР, мс

Dz – значение зоны нечувствительности на изменение регулируемой величины (температуры подачи теплоносителя) задается в гр. С / 10, т.е. если надо 0.5 гр. С., то задаем значение = 5)

Настройка параметров работы контура в выходные и праздничные дни



Экран № 8. Настройка контура отопления.

2 строка – дни недели под режима «Выходные дни». Значению «1» соответствует понедельник, «2» - вторник, ... значению «7» - воскресение, для того чтобы запретить активность режима «Выходной день» в Выходн.№X нужно ввести «0» в соответствующую позицию.

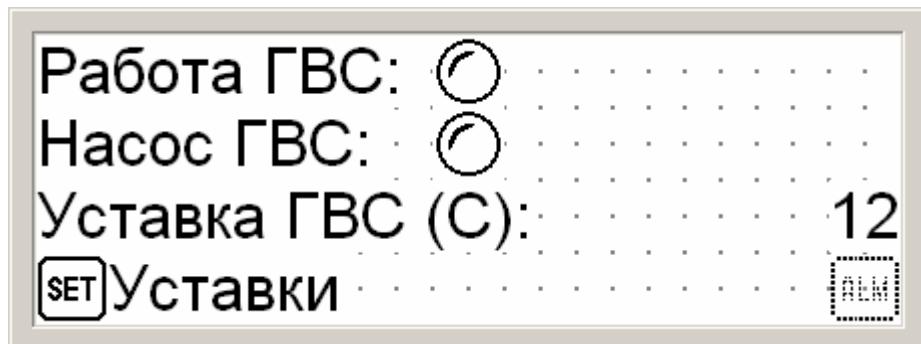
3 строка – разрешение автоматической коррекции температуры в праздничные дни; При активности режима «Праздничный день» индикатор  примет вид -  Для смены режима необходимо нажать кнопку панели оператора.

4 строка - задание разницы температуры контура в выходной день по отношению к рабочему дню. Может быть задано как отрицательное, так и положительное значение. Значение этого параметра также используется контроллером и для коррекции температуры в праздничный день (при активности режима «Праздничный день»).

Например, Твых.дней\_дельта =-12 гр.С, в выходной день температура контура будет снижена на 12 градусов.

*Примечание.* При совпадении праздничных и выходных дней двойной коррекции температуры контура не происходит.

### Экранные меню функционального модуля контура ГВС.



Экран № 1. Мониторинг ГВС.

Главный экран модуля контура ГВС отображает параметры контура ГВС. Перейти на начальный экран меню настроек контура можно по нажатию кнопки **SET**:

1 строка – индикация состояния контура (тёмный индикатор – работа разрешена)

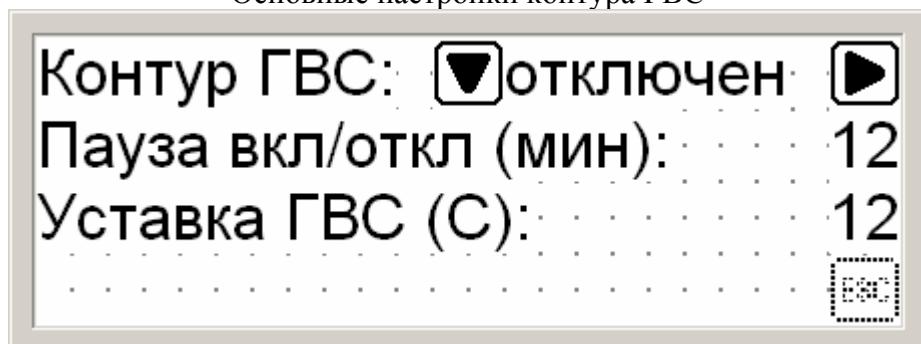
2 строка – индикация состояния работы циркуляционного насоса (тёмный индикатор – насос включен)

3 строка – требуемая температура в подающем трубопроводе контура отопления, равная значению уставки терmostата ГВС.

На экране располагается скрытый элемент управления соответствующий кнопке **ALM** панели, нажатие на которую приведет к появлению экрана аварийных сообщений.

Меню настроек параметров контура ГВС состоит из двух экранов, переключение между ними осуществляется кнопками **««**, **»»**. Нажатие кнопки **ESC** на любом из них приведет к возврату на экран № 1 меню ГВС.

Основные настройки контура ГВС

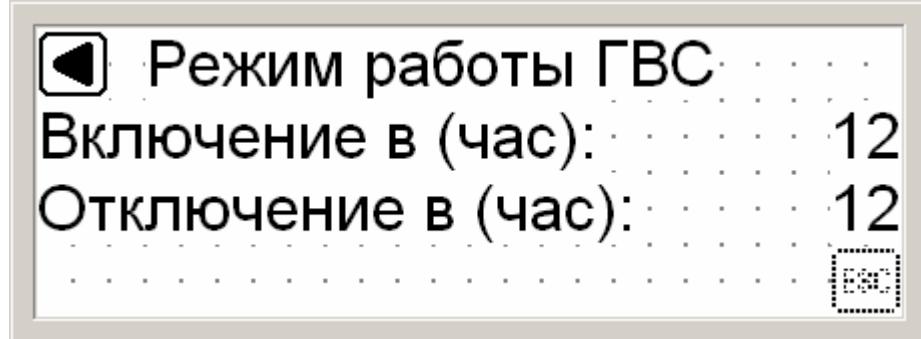


Экран № 2. Настройка контура ГВС.

1 строка – разрешение работы контура, выбор включен / отключен осуществляется кнопкой **ENT**.

2 строка – значение времени задержки отключения и включения контура.

3 строка – задание температуры горячей воды в контуре. Используется для расчета необходимой температуры коллектора модулем каскадирования котлов.



Экран № 3. Настройка контура ГВС.

На экране задается время включения и отключения контура ГВС. Например, включение может быть настроено на 8 часов утра, отключение на 19 часов вечера. Для непрерывной работы контура необходимо установить нулевые значения.

### Экранные меню мониторинга работы датчиков.



Экран № 1. Мониторинг датчиков.

На экране в реальном времени отображаются показания датчиков, подключенных к аналоговым входам контроллера. Верхняя строка – сырое значение – непосредственно с датчика (только для датчиков типа 4-20 мА), нижняя строка – физические значения, пересчитанные с учетом заданных коэффициентов. По нажатию кнопки **SET** происходит переход на экраны настроек коэффициентов датчиков, навигация по которым осуществляется кнопками **«**, **»**. На всех экранах располагается скрытая кнопка соответствующая кнопке **ESC** панели, нажатие на которую приведет к возврату на экран № 1 меню датчиков.

На экране располагается скрытый элемент управления соответствующий кнопке **ALM** панели, нажатие на которую приведет к появлению экрана аварийных сообщений.

Данные экраны идентичны для каждого аналогового входа, приведены ниже.

На экранах настройки датчиков настраиваются:

- Минимум шкалы датчика (Smin),
- Максимум шкалы датчика (Smax),
- Минимальное измеряемое физическое значение, соответствующее Smin (Vmin),
- Максимальное измеряемое физическое значение, соответствующее Smax (Vmax)

Физические значения с датчиков рассчитываются по формуле:

$$V = A_{in} * (V_{max} - V_{min}) / (S_{max} - S_{min}),$$

$A_{in}$  – значение, измеряемое датчиком,

$V$  – физическое значение, используемое при работе ПО.

Данные настройки предназначены для случая использования токовых датчиков (4-20 мА). В данном случае применены датчики типа ТСП, значения с которых выдаются сразу в физических величинах.

Коэффициенты при применении датчиков ТСП/ТСМ должны быть настроены следующим образом:

Шкала мин. = 0

Шкала макс. = 1

Значение мин. = 0

Значение макс. = 1

Пример настройки токового датчика (4-20 мА):

Шкала мин. = 4 (мА)

Шкала макс. = 20 (мА)

Значение мин. = -50 С

Значение макс. = 150 С

Настройка датчика наружной температуры

|                             |               |               |               |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Температура наружная</b> |               | <b>▶</b>      |               |
| Шкала                       |               | Значение      |               |
| Мин.                        | Макс.         | Мин.          | Макс.         |
| <b>-12.34</b>               | <b>-12.34</b> | <b>-123.4</b> | <b>-123.4</b> |

Экран № 2. Настройка датчиков.

Настройка датчика температуры котлового контура

|                             |               |               |               |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Температура коллект.</b> |               | <b>▶</b>      |               |
| Шкала                       |               | Значение      |               |
| Мин.                        | Макс.         | Мин.          | Макс.         |
| <b>-12.34</b>               | <b>-12.34</b> | <b>-123.4</b> | <b>-123.4</b> |

Экран № 3. Настройка датчиков.

Настройка датчика температуры первого контура отопления

|                           |               |               |               |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Температура отоп.1</b> |               | <b>▶</b>      |               |
| Шкала                     |               | Значение      |               |
| Мин.                      | Макс.         | Мин.          | Макс.         |
| <b>-12.34</b>             | <b>-12.34</b> | <b>-123.4</b> | <b>-123.4</b> |

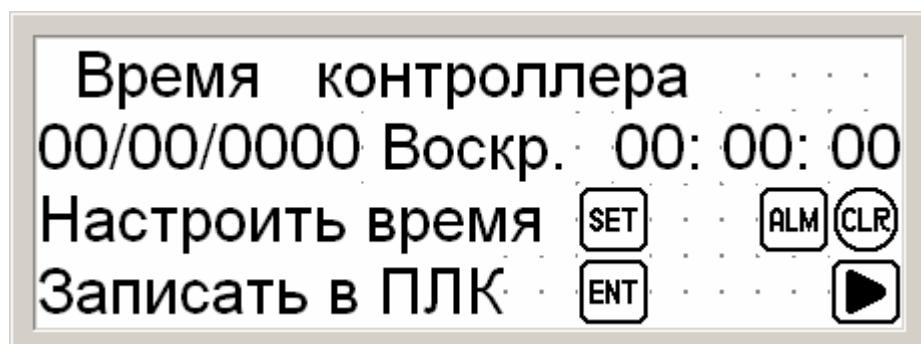
Экран № 4. Настройка датчиков.

Настройка датчика температуры второго контура отопления



Экран №5. Настройка датчиков.

### Настройка часов реального времени



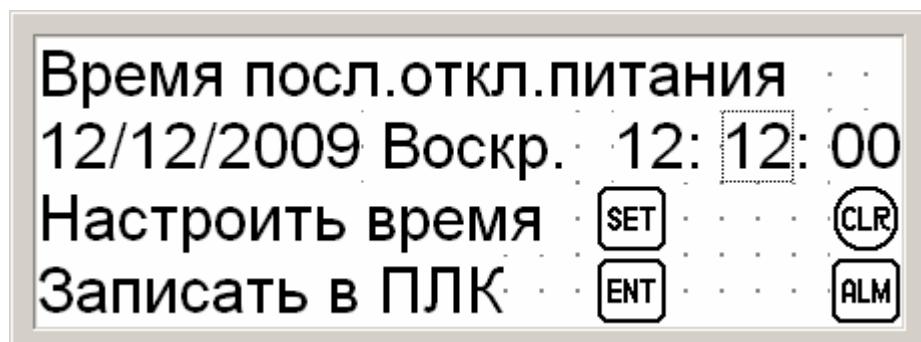
Экран №1 «Время контроллера»

Во второй строке экрана «Время контроллера» отображается текущее время контроллера.

Для коррекции времени контроллера необходимо нажать на кнопку **SET**. На появившемся экране необходимо установить (синхронизировать с местным временем) текущее время и дату (управление стандартными кнопками см. таблицу кнопок панели). Выход с экрана осуществляется кнопкой **ESC**. Для записи установленного вами времени в часы контроллера необходимо нажать кнопку **ENT**.

На экране располагается элемент управления соответствующий кнопке **ALM** панели, нажатие на которую приведет к появлению экрана аварийных сообщений.

На экране также расположена подсказка в виде символа **CLR**, которому соответствует кнопка **CLR** панели оператора. Нажатие на эту кнопку приведет к индикации времени последнего отключения питания контроллера. На рисунке ниже изображен вид этого экрана.

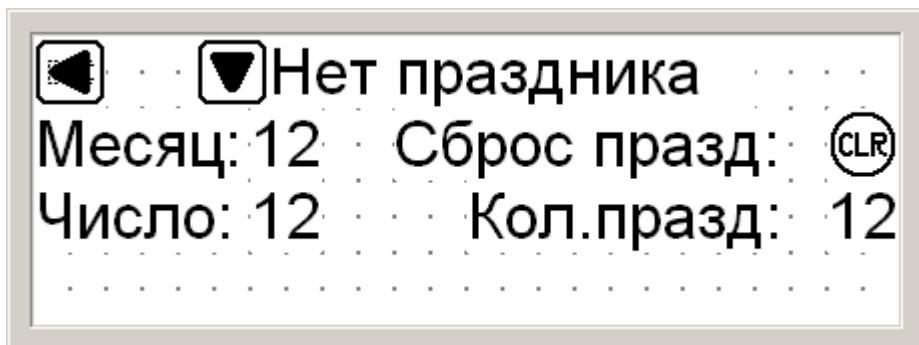


Экран №2. Дата и время последнего отключения питания контроллера.

По истечению 2 сек. вновь появиться экран «Время контроллера».

*Примечание.* Фиксируются перерывы электропитания более 5 сек.

На экране «Время контроллера» также расположена подсказка в виде символа  , которому соответствует кнопка  панели оператора. Нажатие на эту кнопку приведет к появлению экрана изображенного на рисунке ниже.



Экран №3. Настройка календаря праздничных дней.

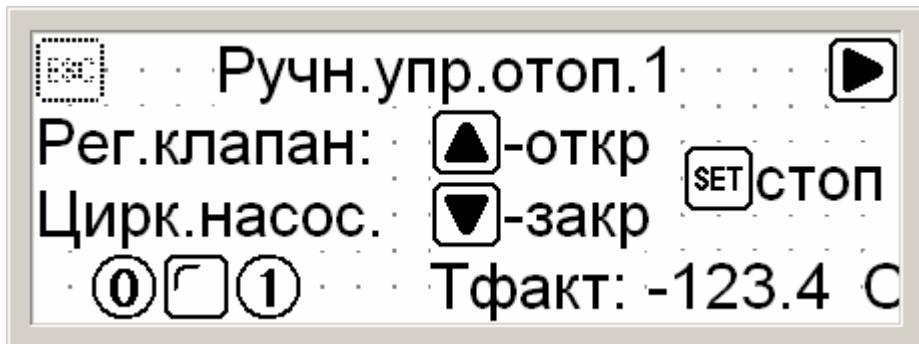
Данный экран позволяет настроить календарь праздничных дней в режимах работы котельной. Календарь праздничных дней сохраняется в энергонезависимой памяти контроллера. Дни, отмеченные оператором как праздничные, влияют на режим работы контуров отопления в соответствии с их настройками. В качестве значения корректирующего температуру контура отопления в праздничный день используется параметр «Твых.дней\_дельта». Смена типа дня осуществляется кнопкой  панели. Значения месяца и числа устанавливаются с помощью цифровых кнопок панели, а также кнопок  и  . Для сброса всех праздничных дней необходимо нажать кнопку  панели. На экране, в целях контроля, также отображается текущее количество праздничных дней в году.

*Примечание.* В данной версии программного обеспечения все месяца календаря праздничных дней имеют 31 день. Будьте внимательны при вводе даты праздничного дня! Наименование режима работы контура отопления в момент наступления праздничного дня идентично выходному дню, т.е. к основному режиму добавляется суффикс «Вых», например «ПогодНочьВых» - регулирование температуры контура осуществляется по отопительному графику, время суток – ночь, тип дня – выходной.

*Примечание.* При совпадении праздничных и выходных дней двойной коррекции температуры контура не происходит.

### **Ручное управление исполнительными механизмами контуров отопления**

Экраны операторской панели, предусмотренные для управления регулирующим клапаном и насосом контура отопления, приведены на рисунке ниже.



Экран № 1. Ручное управление контуром отопления .

Перейти на эти экраны можно с экрана «Мониторинг отопления», путем нажатия кнопки  или нажатием кнопки «0» на «Главном экране» панели (переход возможен только при активности режима «ручной»).

1 строка – наименование контура отопления;

2 и 3 строка содержит элементы управления регулирующим клапаном:

- кнопка -  нажатие инициирует процесс открытия клапана;  
 кнопка -  нажатие инициирует процесс закрытия клапана;  
 кнопка -  нажатие останавливает движение регулирующего органа клапана.

4 строка – содержит индикатор состояния циркуляционного насоса; темный индикатор свидетельствует о работе насоса. Включение насоса осуществляется кнопкой «1», выключение «0» цифрового поля панели оператора.

В четвертой строке также индицируется текущее значение температуры теплоносителя в контуре.

Переключение между экранами контуров осуществляется кнопками   (переход возможен только при режиме «ручной» соответствующего контура). Нажатие кнопки  на любом из них приведет к возврату на экран № 1 Меню отопления.

Управление насосом невозможно, если температура теплоносителя меньше значения уставки «Тотоп.мин(С)», задаваемой на экране № 6 «Настройка контура отопления».

## Аварийные сообщения

Панель оператора позволяет просматривать и подтверждать следующие аварийные состояния котельной:

| Наименование                         | Обозначение |
|--------------------------------------|-------------|
| Превышен порог по горючим газам      | CH4         |
| Превышен порог по угарным газам      | CO          |
| Пожар в котельной                    | Пожар       |
| Нарушение охранного рубежа котельной | Охрана      |
| Авария котла № 1                     | Котел1      |
| Авария котла № 2                     | Котел2      |

В программном обеспечении реализована возможность фиксировать все аварии котельной, а также их количество и момент времени (Дата/время) их последнего возникновения. При возникновении аварии какого-либо из котлов происходит автоматическая смена режима работы котельной:

- Основным котлом назначается безаварийный котел;
- Режим «Чередующиеся котлы» изменяется на режим «Нет чередования».

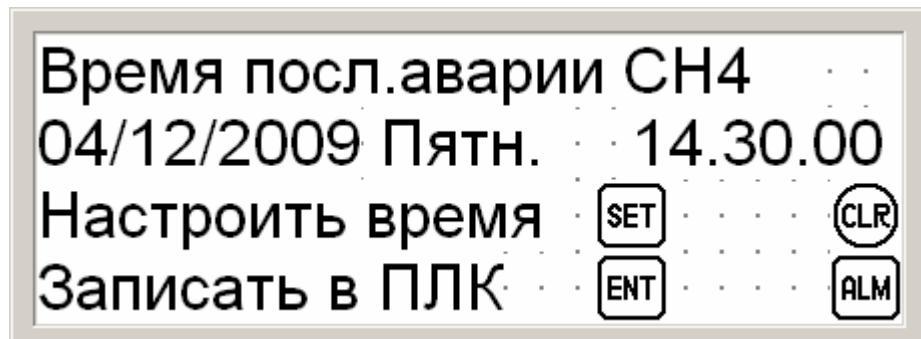
На рисунке ниже приведен вид аварийного экрана.



Экран №1 «АВАРИЯ»

1-я строка содержит наименование экрана и подсказку в виде символа , которому соответствует кнопка  панели. Ее нажатие вернет экран предшествующий аварийному.

2, 3, 4-я строки – содержат наименования аварий котельной, статус аварии в данный момент, а также счетчики аварийных состояний. Справа наименования аварии, например «CH4» расположен номер кнопки панели - , при нажатии на которую разворачивается экран отображающий момент времени последнего возникновения данного аварийного состояния.



Экран №2 «Время возникновения последнего аварийного состояния».

Время фиксируется с точностью до одной минуты. По истечении 2 сек. появится экран «Время контроллера». Для того что бы вернуться к экрану «Авария» необходимо нажать кнопку **ALM** панели.

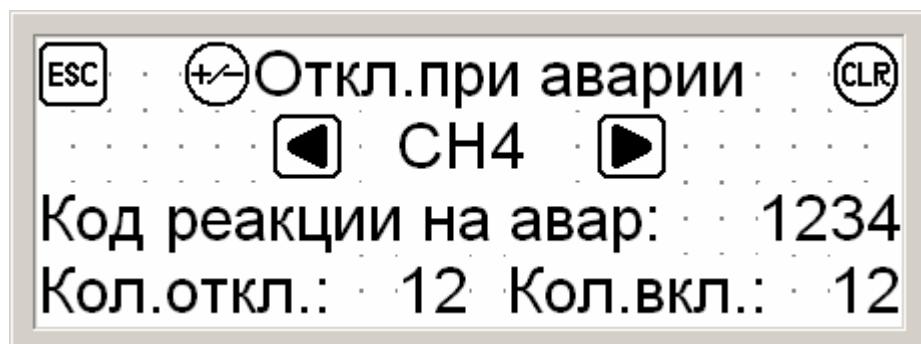
В 1-ой строке экрана «АВАРИЯ» также расположена подсказка в виде символа **CLR**, которому соответствует кнопка **CLR** панели. Ее нажатие приведет к обнулению счетчика аварийных состояний (брос времени последнего возникновения аварийных состояний не произойдет).

Данный экран появляется автоматически в момент возникновения аварии. Аварии, отмеченные темным индикатором **●** (на рисунке авария CH4), являются активными, т.е. реально существующими на данный момент времени. Аварии, индикатор которых имеет белый цвет **○** на данный момент не активны. Цифра рядом с индикатором аварии показывает число раз возникновения данной аварии. На экране изображен случай, когда концентрация CO однажды была превышена, но в данный момент она в норме, а аварийное состояние «Охрана» возникала двенадцать раз.

При нажатии кнопки **ESC** произойдет возврат к главному экрану, при этом экран «АВАРИЯ» будет появляться с интервалом 1 мин. до тех пор, пока хоть одна авария остается в активном состоянии. Вернуться на экран «АВАРИЯ» можно с главного экрана, а также с экранов мониторинга оборудования, нажатием кнопки **ALM** панели.

### Диспетчер аварийных состояний котельной

Диспетчер аварийных состояний (далее по тексту – диспетчер аварий) это независимый модуль программного обеспечения. Его основное назначение управление оборудованием котельной при возникновении аварийных ситуаций. В штатном – безаварийном режиме работы котельной диспетчер аварий никаким образом не воздействует на режимы работы оборудования. При возникновении аварии диспетчер аварий может произвести как включение, так и отключение любого из электрооборудования котельной. Какое именно действие следует выполнить и над каким оборудование при возникновении той или иной аварии определяет оператор на экране изображенном ниже.



Экран «Диспетчера аварий»

Перейти на этот экраны можно с экрана «Авария», путем нажатия кнопки **»**.

1 строка – содержит символ подсказки **+/**, соответствующий кнопке **+/** цифрового поля панели, нажатие на эту кнопку приведет к смене действия при возникновении аварии.

Выбор осуществляется из двух возможных действий:

- Откл.при аварии;
- Вкл.при аварии.

2 строка - содержит символы соответствующие кнопкам   панели, с помощью этих кнопок необходимо установить тип интересующей вас аварии.

3 строка - содержит код реакции контроллера на выбранный тип аварии(строка 2) и действие при аварии (строка 1). С помощью Таблицы 1 подсчитывается код реакции на аварию.

4 строка – содержит два цифровых поля с именами «Кол.откл.» и «Кол.вкл». Возможен только просмотр содержимого этих полей. Поле с именем «Кол.откл.» отражает количество единиц оборудования, которое будет отключаться при возникновении аварии определенной в строке 2. Поле с именем «Кол.вкл» отражает количество единиц оборудования, которое будет включаться при возникновении аварии определенной в строке 2.

Таблица 1

| Оборудование             | Котел 1 | Котел 2 | Цирк. насос котлового контура | Цирк. насос контура отоп. 1 | Цирк. насос контура отоп. 2 | Рег. клапан контура отоп. 1 | Рег. клапан контура отоп. 2 | Цирк. насос контура ГВС |
|--------------------------|---------|---------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| № оборуд.                | 0       | 1       | 2                             | 3                           | 4                           | 5                           | 6                           | 7                       |
| Код реакции оборудования | 1       | 2       | 4                             | 8                           | 16                          | 32                          | 64                          | 128                     |

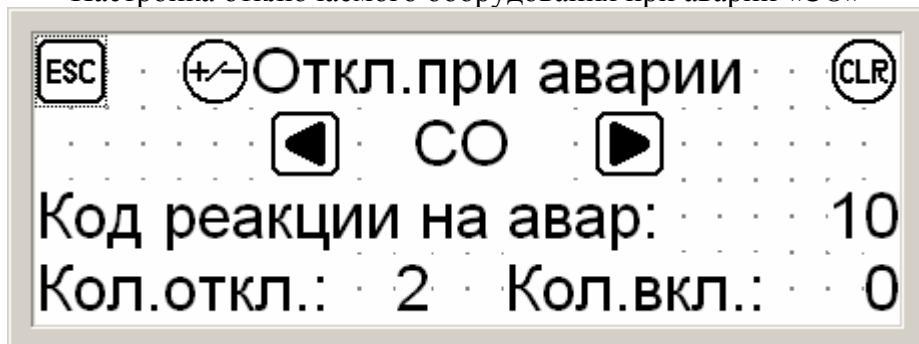
Рассмотрим примеры настройки диспетчера аварий.

**Пример 1.** Предположим, что при возникновении аварии «СО» необходимо отключить котел №2 и циркуляционный насос контура отопления №1, при этом регулирующий клапан контура открыть. Т.о. при аварии «СО» необходимо произвести два отключения и одно включение\* оборудования.

\*- термин включения для регулирующего клапана означает его полное открытие, соответственно отключить – закрыть.

Расчет соответствующего кода реакции сводиться к суммированию чисел, которые содержаться в графах соответствующих отключаемому оборудованию; для Котла №2 это число 2, для циркуляционного насоса контура отопления №1 это число 8; их суммирование дает значение 10. После того как вы введете полученный код реакции на аварию, проконтролируйте значение поля «Кол.откл.» оно должно содержать число 2. После настройки отключаемого оборудования вы должны увидеть экран, приведенный на рис. ниже.

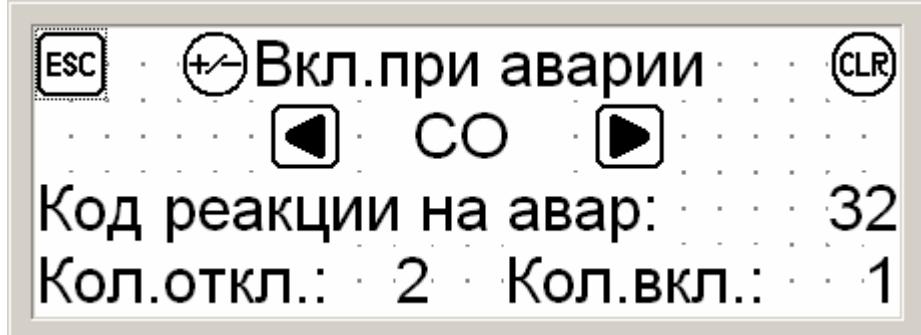
Настройка отключаемого оборудования при аварии «СО»



Пример 1. Авария «СО».

Теперь настроим диспетчер аварий для включения (открытия) клапана контура №1. Найдем число в графе данного оборудования, оно равно 32, т.к. включается только одно оборудование ни каких суммирований производить не надо, и число 32 будет соответствовать коду реакции на аварию «СО» для включаемого оборудования. После настройки включаемого оборудования вы должны увидеть экран, приведенный на рис. ниже.

## Настройка включаемого оборудования при аварии «СО»



Пример 1. Авария «СО».

Все произведенные вами настройки сохраняются в энергонезависимой памяти контроллера. Для того что бы сбросить все настройки диспетчера аварий необходимо нажать кнопку **CLR** панели. Для выхода из данного меню необходимо нажать кнопку **ESC**. Приоритетом в настройки диспетчера являются действия «Откл. при аварии». Например, вы ввели одинаковый код реакции при аварии «СО» для действий «Вкл..» и «Откл...» оборудования – при аварии «СО» будет происходить всегда только отключение оборудования.

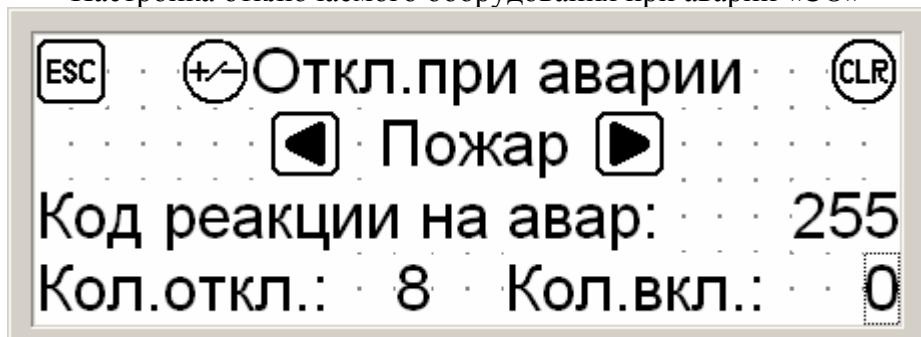
**Примечание.** Для аварий котлов, ввиду сложности в логике каскадирования, приоритетным являются настройки реакции на **СОБСТВЕННЫЕ** (например, для котла №1 собственная авария это авария «Котел№1») аварийные состояния в меню котлов. Если в меню котлов работа котлов в аварийном режиме запрещена, то диспетчер аварии воздействует на состояние котла с общей логикой (так как было описано выше). Если же работа котла в аварийном режиме разрешена, то код в котором присутствует отключение котла не удастся ввести в поле «Код реакции на авар:» – контроллер будет автоматически изменять этот код в позиции касающейся настройки котла. Т.о. диспетчер аварий не сможет отключить котел при возникновении аварии «Котел№х», НО при любой другой аварии отключение и включение будет производиться в соответствии с настройками диспетчера.

**Внимание.** Код реакции котла на аварию «Котел№х» может измениться автоматически, если оператором произведены изменения режима работы котла в аварийном режиме в меню настройки котлов (работа при аварии «запрещена»->»разрешена»). Изменения могут быть только вида – диспетчеру аварий запрещается отключать котел; автоматического разрешения на отключение котла НЕ произойдет, даже при восстановлении настроек в меню настройки котлов (работа при аварии «разрешена» -> «запрещена»).

**Пример 2.** (нажмите кнопку **CLR**, если вы выполнили предыдущий пример 1)

Вычислим код реакции на аварию «Пожар». Предположим необходимо отключение всего подключенного к контроллеру оборудования. Код равен сумме чисел всех граф оборудования, т.е. код= $1+2+4+8+16+32+64+128=255$ . После настройки отключаемого оборудования вы должны увидеть экран, приведенный на рис. ниже.

Настройка отключаемого оборудования при аварии «СО»



Пример 2. Авария «Пожар».

## Рекомендации по настройке ПИД регуляторов.

Перед началом настройки соответствующего ПИД-регулятора, задать для него следующие значения рабочих параметров:

- значение параметра  $T_c$  равным 5;
- значение коэффициента  $T_d$  равным 0;
- значение коэффициента  $K_p$  равным 1;
- значение зоны нечувствительности  $Dz$  равным 0.

После задания указанных рабочих параметров перевести контур отопления в режим управления по фиксированной температуре и контролировать характер изменения температуры в контуре при ее регулировании.

Постепенно увеличивая значение коэффициента  $K_p$ , добиться возникновения в контуре регулирования периодических колебаний температуры, происходящих вокруг заданной уставки.

Рассчитать и установить значение коэффициента  $K_p$  примерно равным 60% от величины, приводящей к возникновению колебаний. Переходный процесс регулирования температуры при этом должен иметь апериодический характер.

Если при воздействии возмущающих факторов в контуре наблюдается возникновение затухающих колебаний температуры, то сглаживание их следует производить постепенным увеличением коэффициента  $T_d$ .

По окончанию настройки установить допустимое для данного контура значение зоны нечувствительности регулирования по температуре ( $Dz$ ) в десятых долях градусов.

### Уточнение настройки регуляторов

В процессе работы для достижения оптимального качества регулирования температуры в контуре отопления может потребоваться изменение заданных для соответствующего регулятора параметров настройки –  $T_c$ ,  $K_p$  и  $T_d$ . Изменение данных параметров осуществляется на основе анализа переходного процесса полученного при регулировании температуры и данных, изложенных в описании алгоритма управления.

Ниже приведены наиболее распространенные случаи отклонения переходного процесса от оптимального регулирования и рассмотрены возможные причины, вызывающие их появление.

После включения установки наблюдается **значительное перерегулирование температуры** с последующими длительными слабозатухающими колебаниями около уставки. Характер переходного процесса графически представлен на рис. 1.

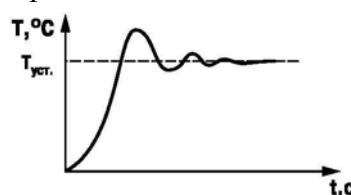


Рис. 1

#### Возможные причины.

##### 1. Завышено значение коэффициента усиления $K_p$ .

В этом случае даже незначительное рассогласование по температуре в соответствии с формулой (1) приводит к формированию импульса управления большой длительности. При этом КЗР все время «проскаивает» мимо требуемого оптимального положения.

##### 2. Занижено значение коэффициента $T_d$ .

Если скорость изменения рассогласования  $\Delta E_i$  слишком велика, вблизи уставки должны формироваться тормозящие импульсы, т. е. начинать закрывать КЗР, несмотря на то, что текущая температура все еще меньше уставки. Если этого не происходит, необходимо увеличить значение коэффициента  $T_d$ , что придаст колебаниям температуры затухающий характер и заставит контроллер лучше реагировать на ее резкие изменения.

##### 3. Занижено значение параметра $T_c$ .

Если в пределах заданного параметра  $T_c$  величина  $\Delta E_i$  оказывается меньше  $0,1^\circ C$ , контроллер счи-

тает ее равной нулю. В этом случае перестает работать дифференциальная составляющая ПИД-регулятора, признаком чего является отсутствие реакции на изменение коэффициента  $T_d$ . Во избежание данного явления значение параметра  $T_c$  следует увеличить.

**Переходной процесс носит вялотекущий характер.** При этом регулируемая температура неоправданно медленно достигает заданной уставки, и также медленно возвращается к ней после возмущающего воздействия. Характер процесса графически представлен на рис. 2.

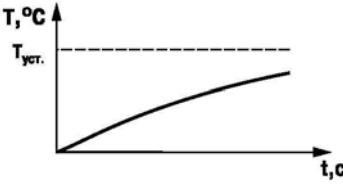


Рис. 2

Причина такого характера переходного процесса заключается в явном занижении коэффициента усиления  $K_p$ . В результате, несмотря на наличие значительного рассогласования  $E$  в формуле (1), длительность управляющего импульса оказывается недостаточной, чтобы его компенсировать.

При выходе на заданное значение температура **растет не плавно, а рывками**, что становится особенно заметным вблизи уставки. Характер процесса графически представлен на рис. 3.

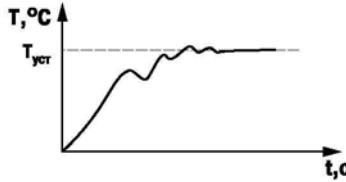


Рис. 3

Причиной такого явления может служить необоснованное увеличение коэффициента  $T_d$ , в результате чего прибор даже при незначительном изменении величины  $\Delta E_i$  сильно меняет длительность (а иногда и полярность) управляющих импульсов.

**Оптимальный выбор коэффициентов настройки регулятора** позволяет максимально быстро и практически без перерегулирования температуры вывести объект на заданную уставку. Характер переходного процесса графически представлен на рис. 4.

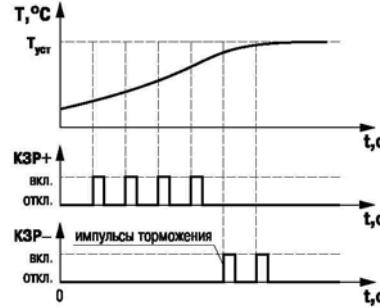


Рис. 4

Признаками правильного выбора коэффициентов регулятора является плавный (без рывков) рост температуры и наличие тормозящих импульсов при подходе к уставке как снизу, так и сверху. При наличии в переходном процессе небольшого перерегулирования и быстро затухающих колебаний следует немного уменьшить значение коэффициента  $K_p$ , оставив остальные параметры без изменений.

## **Реквизиты предприятия**

ООО «АСУ Технологических Процессов»

625016, Россия, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 135, оф.165

ИНН/КПП 720 320 37 46 / 720 301 001

Банковские реквизиты:

Р/сч 407 028 100 000 306 031 19

Тюменский ф-л ОАО «Ханты-Мансийский Банк» г. Тюмень

К/сч 3010181050000000878, БИК 047 106 878

Сайт предприятия [www.asutp72.ru](http://www.asutp72.ru)

Электронная почта [info@asutp72.ru](mailto:info@asutp72.ru)

Тел. 8 3452 73 07 84

Факс. 8 3452 32 61 61

Директор Туркин Дмитрий Александрович